6e Année N° 31 Février 1939

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

(Météorologie, Séismologie, Magnétisme terrestre, Océanographie, Volcanologie, Hydrologie)

Paraissant tous les deux mois

SOMMAIRE

Ciels de la France d'Outre-Mer.
La vaporisation des nuages au Sénégal.
Les pluies torrentielles en Tunisie.
Bases de la prévision à très courte échéance au Cameroun.
La vitesse du vent dans les colonies françaises.
Notes et informations.
Bibliographie.

PARIS Ve
LAROSE ÉDITEUR
11, RUE VICTOR-COUSIN

Prix du Numéro : 9 francs

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

LAROSE, Éditeur,
11, Rue Victor-Cousin, PARIS (Ve)
-:- Téléphone : Odéon 32-70 -:-
Chèques postaux : Paris 428.81

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL
(6 numéros)

FRANCE ET COLONIES FRANÇAISES. . .	50 francs.
ETRANGER	60 francs.

Les abonnements sont payables d'avance à la souscription.

Chaque changement d'adresse doit être accompagné de 1 franc en timbres-poste.

Prix des collections 1934, 1935 et 1936, l'une.	60 francs.
Prix du N° isolé de ces collections..	12 francs.

Tous droits de reproduction réservés

Les Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer sont publiées sous les auspices du *Conseil de Perfectionnement des Services de Physique du Globe des Colonies,* et sous la direction de M. Henry Hubert, Inspecteur Général honoraire du Service Météorologique Colonial.

Chaque numéro contient des mémoires originaux, une chronique des questions de Physique du Globe intéressant les Colonies françaises et une revue bibliographique.

Les Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer résument les recherches et observations faites par les météorologistes coloniaux et présentées dans les publications locales ; elles abordent en outre soit des études spéciales n'ayant pu trouver place dans ces publications, soit — et cela de préférence — des travaux d'ensemble concernant des groupes ou la totalité de nos territoires extérieurs. Elles se proposent de faire ressortir la variété et la nouveauté des recherches de Physique du Globe entreprises dans nos possessions lointaines et de réaliser une présentation synthétique des questions, considérées dans le cadre très vaste de notre domaine colonial.

Les numéros de l'année 1937 sont publiés à l'aide d'une subvention de la Fondation Loutreuil (Académie des Sciences) et de subventions officielles.

J. AURICOSTE

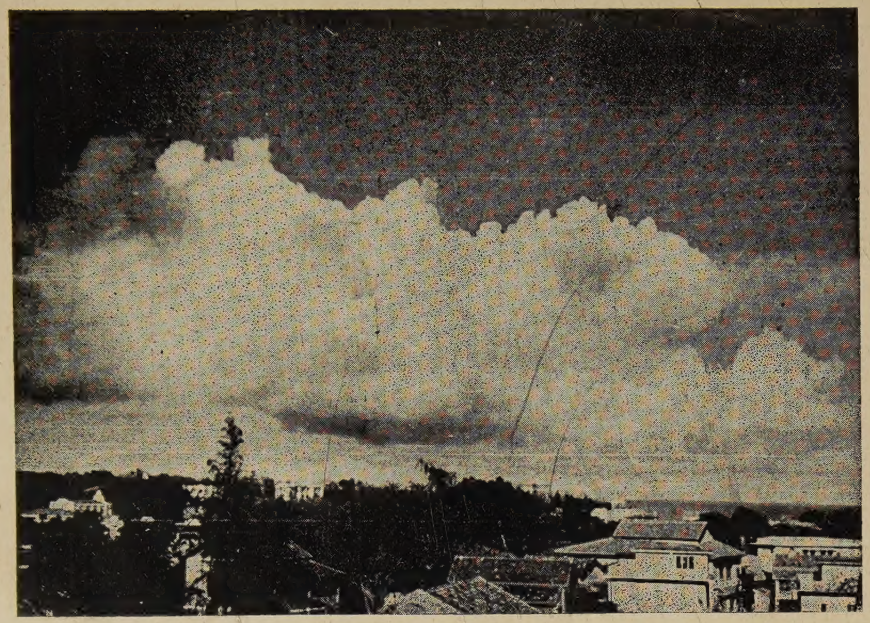
Horloger de la Marine de l'État :
de l'Observatoire du Bureau des Longitudes
et du Service Géographique de l'Armée

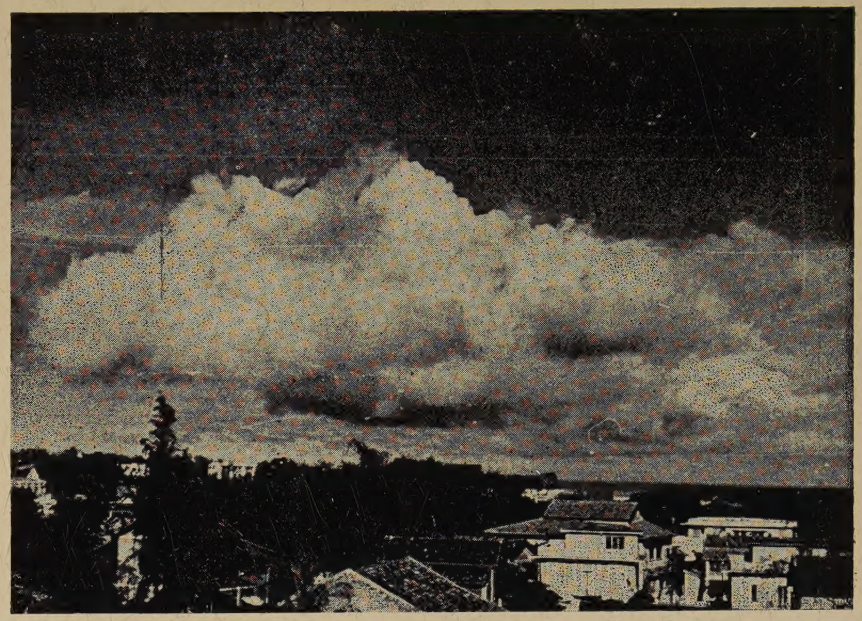
10, Rue La Boëtie, PARIS
Téléph. : Anjou 25-60

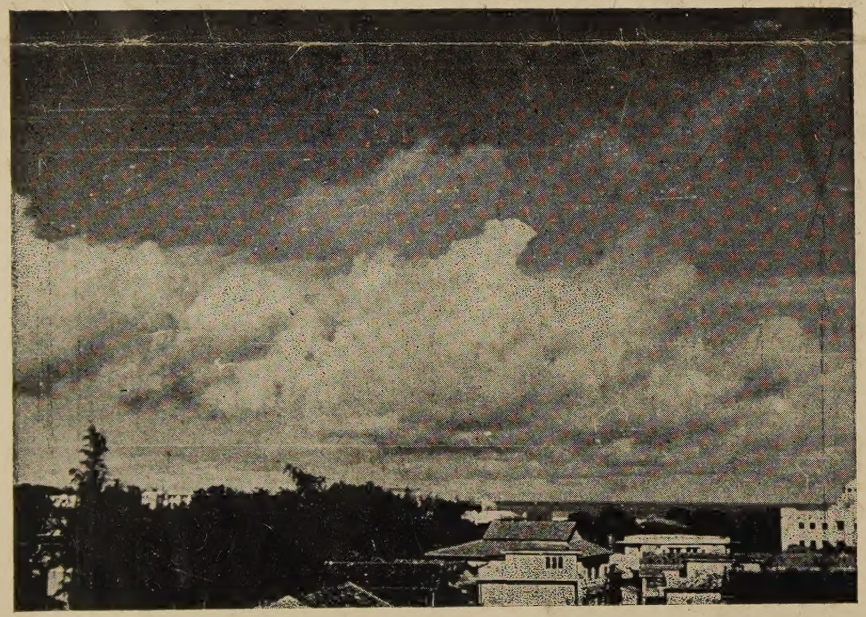
Études
Projets
et
Devis
gratuits
sur demande

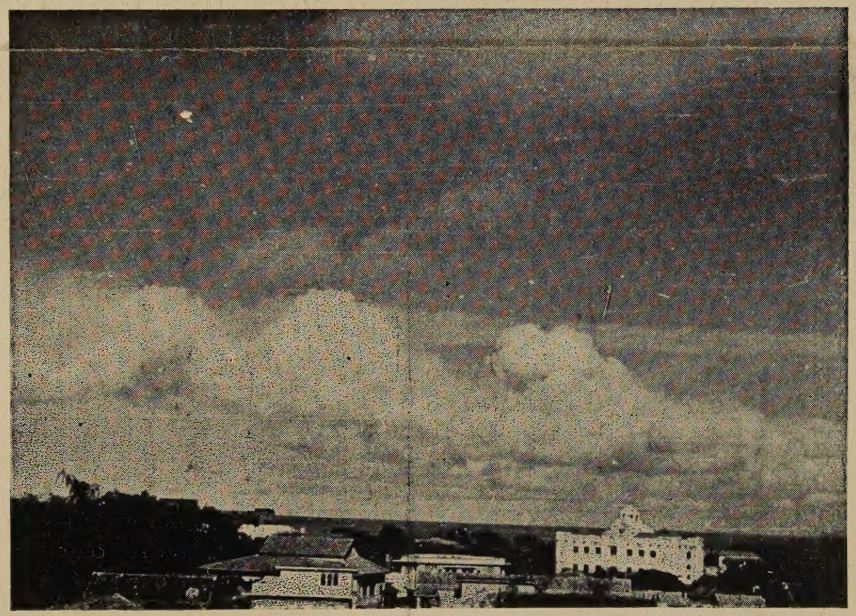
Installation
de
Centres Horaires
—
Distribution
d'heure

HORLOGERIE DE HAUTE PRÉCISION
:-: PENDULES ASTRONOMIQUES :-:
:-: CHRONOMÈTRES DE MARINE :-:
CHRONOGRAPHES-COMPTEURS
:-: HORLOGERIE ÉLECTRIQUE :-:
Construction — Réparations









Clichés de Salles de Hys

Vaporisation progressive d'un **cumulus**

En haut à gauche 9h TMG, en haut à droite 9h5 TMG, en bas à gauche 9h15 TMG, en bas à droite 9h30 TMG
Dakar, 19 août 1938, vue vers l'Ouest

LAROSE, ÉDITEUR

11, Rue Victor-Cousin, PARIS (Ve)

Tous ouvrages relatifs aux Colonies :

OUVRAGES GÉNÉRAUX — HISTOIRE — GÉOGRAPHIE — ETHNOGRAPHIE
LINGUISTIQUE — ADMINISTRATION — QUESTIONS ÉCONOMIQUES
ET SOCIALES — INDUSTRIE — COMMERCE — PRODUCTIONS
SCIENCES — COLLECTIONS COLONIALES — PUBLICATIONS PÉRIODIQUES
CARTES

ENVOI FRANCO SUR DEMANDE DU CATALOGUE GÉNÉRAL

Tous les Appareils de Précision pour

MÉTÉOROLOGIE & HYDROLOGIE

Thermomètres de précision ou étalons. Thermomètres frondes. Psychromètres Hygromètres. Baromètres. Pluviomètres. Évaporomètres. Débitmètres. Ajutages de Pitot. Manomètres divers, etc. etc...

PROLABO

Société pour la fabrication et la vente des produits et appareils de laboratoire RHONE-POULENC. Siège Social et Ateliers, 12-17-19, rue Pelée. PARIS. Usines à Vitry-sur-Seine.

Sur la vaporisation des nuages au Sénégal

Les photographies de nuages dans la zone tropicale

Beaucoup de choses méritent d'être encore dites sur les nuages tropicaux. Ils ont en effet l'avantage de renseigner l'observateur sur la direction et la force du vent en altitude, sur l'altitude du point de rosée, sur les courants ascendants, sur l'évolution du temps, etc., etc.

Ils ont malheureusement aussi l'inconvénient de leur principale qualité, qui est d'être fugace, si bien que l'examen *a posteriori* de la situation météorologique qu'ils traduisaient n'est possible qu'à condition d'avoir fixé définitivement leur image.

La pratique de la photographie des nuages, surtout dans les régions tropicales, est délicate, encore que nous possédions déjà de remarquables documents. Pour ne citer que les plus anciens présentés dans ces *Annales*, je rappellerai ceux de M. l'Ingénieur-Météorologiste Mondain, aujourd'hui Chef de Service à la Réunion.

En raison des difficultés qu'on éprouve à photographier les nuages dans les régions tropicales, il avait été demandé aux Services Météorologiques coloniaux de s'intéresser aux films cinématographiques, qui permettent de suivre longuement l'évolution de masses nuageuses et qui n'exigent pas une technique aussi stricte que les clichés de grandes dimensions. En effet, avec l'appareil de prises de vues cinématographiques, on ne peut plus agir sur le temps de pose, mais seulement sur le diaphragme. Il suffit alors de munir l'objectif d'un écran soit jaune, soit rouge dont on détermine facilement le coefficient d'absorption, et, en utilisant un posemètre (de préférence à cellule photoélectrique), on est pratiquement sûr de n'avoir pas de mécomptes. On peut d'ailleurs, à titre d'essai, opérer sur une portion de bande en faisant varier systématiquement le diaphragme. Après développement, on remarquera l'extrême tolérance du film pour des ouvertures fort différentes, et par conséquent, le faible risque d'avoir des documents inutilisables.

Il faut naturellement faire les photographies une à une. En les projetant ensuite à une cadence normale, on assiste à une évolution accélérée des nuages, ce qui donne un effet saisissant et permet de suivre avec beaucoup de sûreté les caractères essentiels de cette évolution. La vitesse de prise de vues qui paraît donner des résultats les meilleurs est celle d'une image toutes les 3 secondes. Avec le film de 16 mm., beaucoup moins coûteux que celui de 35 mm. et aussi satisfaisant *pour l'étude*, une bande de 15 mètres permet l'enregistrement des nuages pendant une heure et quart environ.

La vaporisation des nuages

Le Service Météorologique de l'A. O. F., dépourvu du matériel nécessaire pour prendre des vues cinématographiques, a fait exécuter à Dakar, par M. l'Ingénieur-Météorologiste de Salles de Hys, des séries de photographies qui permettent de suivre la transformation de masses nuageuses. C'est dans une de ces séries qu'ont été choisies les photographies incluses au début de ce numéro (voir « Ciels de la France d'Outre-Mer »).

Le principal intérêt de ces excellents documents est d'illustrer la vaporisation des nuages ; l'eau qui existait dans l'atmosphère sous forme condensée, retourne progressivement à l'état de vapeur.

La première photographie montre un gros cumulus isolé situé dans le vent d'est (*courant équatorial* **Ce** (1), superposé à la mousson venant grossièrement de l'Ouest). La base horizontale de ce nuage — qu'on retrouve sur les quatre photographies — se trouve au voisinage du contact des deux courants. Sa coloration sombre montre que la condensation y est massive : les parties les plus sombres doivent contenir en suspension 2 à 3 grammes d'eau par mètre cube.

Le bourgeonnement de ce cumulus est marqué par des protubérances arrondies et celles-ci traduisent un excès de pression à l'intérieur du nuage. La silhouette aux limites dures et précises de ce dernier montre que son enveloppe se conduit comme une sorte de membrane isolant une masse physiquement

(1) H. Hubert. — Les mouvements généraux de l'air atmosphérique au-dessus des colonies françaises, *Ann. Phys. Gl. Fr. Outre-Mer* 1935, N° 7, p. 1 ; — Id. : Les masses d'air de l'Ouest Africain, *ibid.* 1938, N° 26, p. 33.

très différente de l'air qui l'entoure : les conditions rappellent celles, dynamiquement beaucoup plus considérables, mais localement beaucoup plus réduites. de l'eau condensée expulsée à la sortie de la cheminée d'une locomotive. Des manifestations de ce genre s'observent d'ailleurs sur les quatre photographies présentées, bien que le phénomène diminue progressivement d'intensité.

A côté de cette manifestation d'expansion verticale, due sans doute surtout à l'échauffement par le soleil de la masse nuageuse dans laquelle les apports de vapeur d'eau par les courants ascendants sont très importants, les photographies mettent en évidence des phénomènes de retour à l'état de vapeur — de vaporisation — essentiellement différents.

Dans les projections verticales — dont on a un exemple ci-dessus — comme dans les projections latérales (1), les parties projetées gardent une individualité propre : cirrus, altocumulus, nimbus et une silhouette précise, bien que nécessairement changeante. Au contraire, quand il s'agit de vaporisation, ou bien celle-ci se produit directement à la surface du nuage, et alors elle demeure invisible, ou bien elle passe par le stade intermédiaire d'eau condensée. Dans ce cas, la vaporisation se traduit d'abord par la formation de voiles nuageux de plus en plus flous et diaphanes et ce sont ceux-ci qui s'évanouissent plus ou moins rapidement dans l'air avoisinant le nuage. Sur les photographies présentées, on voit nettement ces voiles nuageux dont la forme trahit encore celle de la masse dont ils proviennent.

La vaporisation est un phénomène intéressant à suivre, parce que la vitesse avec laquelle elle se produit fournit des indications sur l'état physique de l'atmosphère à l'altitude où elle a lieu. Il est évident en effet que plus elle est rapide et plus la masse d'air où se trouve le nuage est relativement sèche, et par conséquent moins la région considérée est favorable à la condensation nuageuse, à la formation ou à l'entretien des grains orageux, etc...

Interprétation des photographies

Au simple examen des photographies présentées on peut se proposer de reconstituer l'histoire du cumulus qui y figure.

Dès le matin, peut-être une demi-heure avant la prise de la première photographie, les courants ascendants se produisaient sans doute déjà, très vifs au-dessus de la presqu'île du Cap Vert, comme c'est la règle générale quand l'insolation est vive. Ils avaient transporté verticalement, à travers la mousson, une quantité appréciable de vapeur d'eau et une grande partie de celle-ci s'était condensée rapidement vers la base du courant équatorial. Après quoi le cumulus formé avait commencé à bourgeonner. En même temps la partie supérieure et les parois latérales du nuage diffusaient nécessairement de la vapeur d'eau. Il est possible qu'alors, comme le cas est fréquent, la vaporisation ait été invisible, simplement parce que l'atmosphère supérieure au-dessus de la presqu'île pouvait être relativement sèche : condition favorable au passage presqu'instantané de l'eau condensée à la vapeur d'eau à la surface du nuage. Quoiqu'il en soit, la vaporisation vers le haut, sous l'influence du rayonnement solaire, était évidemment moins rapide que la condensation produite à partir du bas, sous l'influence des courants ascendants. C'est pourquoi le cumulus augmentait de volume.

Mais lorsque la masse nuageuse a cessé d'évoluer au-dessus de la terre et que, poussée par le vent, elle a commencé à se trouver au-dessus de l'océan, les courants ascendants ont diminué rapidement d'intensité. Aussi, quelle qu'ait pu être leur richesse en vapeur d'eau, ils n'en ont apporté jusqu'à la masse nuageuse qu'une quantité insuffisante pour compenser les pertes par vaporisation. Celle-ci a persisté à être importante, encore qu'elle se soit produite au sein d'une masse atmosphérique déjà relativement riche en vapeur d'eau. C'est à cette dernière circonstance qu'il faut imputer la facilité avec laquelle les voiles d'eau condensées en voie de vaporisation restent visibles sur les photographies. Le déséquilibre entre la vaporisation rapide et l'apport de plus en plus faible de la vapeur d'eau alimentant le nuage se traduit, comme on le voit sur les photographies, par la diminution progressive de celui-ci.

Les nuages présentés ici font comprendre pourquoi, dans certains domaines océaniques, comme au-dessus des îles (îles du Cap-Vert, par exemple), des précipitations sont plus faibles que sur les côtes (sur celle du Sénégal, par exemple, sont à la même latitude). Une des raisons de cet état de choses est que les courants ascendants, susceptibles d'apporter en un temps très court de grandes masses d'eau à une altitude convenable ne s'y produisent pas avec une intensité suffisante.

Henry Hubert.

(1) H. Hubert. — Nouvelles études sur la météorologie de l'A. O. F. Paris, 1926, p. 95.

Les pluies torrentielles en Tunisie

Comme la plupart des régions qui bordent la Méditerranée, la Tunisie possède un régime de pluies très irrégulier. Pendant certaines périodes, elle souffre d'une sécheresse prolongée ; à d'autres époques, il peut tomber d'énormes quantités d'eau pendant une durée assez brève. Les oueds, généralement à sec, s'enflent subitement, et leurs crues occasionnent parfois de graves dégâts. Pour les petits bassins-versants, le débit des crues est en relation directe avec la hauteur des pluies ; les services techniques ont donc besoin d'être renseignés aussi complètement que possible sur les pluies torrentielles. C'est à la demande de la Direction des Travaux publics de Tunisie qu'à été entrepris le travail dont l'exposé va suivre.

1° **Définition.** — On désigne sous le nom de pluies torrentielles des précipitations telles que, dans la station d'observation, on ait mesuré au pluviomètre une hauteur d'eau au moins égale à 30 mm. pour une durée de 24 heures. Nous chercherons à préciser leurs caractères sur le territoire de la Régence : étendue de la surface intéressée, répartition géographique, fréquence et importance.

2° **Etendue des surfaces intéressées par les pluies torrentielles.** — La méthode utilisée a consisté à étudier séparément les principales pluies torrentielles qui se sont produites de 1926 à 1936. Pour chacune d'elles, j'ai reporté sur un calque en face de chaque station la hauteur d'eau tombée pendant les dernières 24 heures, pour les postes où elle a atteint au moins 30 mm. Je me suis borné à l'étude des précipitations ayant fourni au moins 30 mm. dans un minimum de 20 stations ; j'ai de la sorte éliminé certaines pluies parfois abondantes, mais n'ayant affecté qu'une aire très restreinte. Par exemple, en Khroumirie, on observe souvent de fortes pluies n'intéressant qu'une zone peu étendue. Le cas peut se produire aussi, mais moins fréquemment dans le centre et le Sud de la Tunisie. Nos recherches actuelles seront donc limitées aux pluies torrentielles ayant effecté des régions relativement vastes.

Ce choix m'a conduit à retenir 63 pluies pour une période de 11 ans, soit en moyenne 5 1/2 par an. L'examen de ces 63 calques fait ressortir l'extrême irrégularité de ces précipitations. La surface intéressée varie dans de notables proportions ; elle peut dans certains cas atteindre l'ordre de grandeur de la moitié du territoire de la Régence. La forme du périmètre est très irrégulière ; le plus souvent, il existe plusieurs aires distinctes, et même des observations sporadiques, séparées par des zones où la pluie n'a pas été torrentielle et parfois même où il n'a pas plu du tout.

3° **Répartition géographique.** — Si on trace une droite joignant le Kef à Gabès, on constate que les pluies torrentielles à grande extension se sont produites presque toutes au NE de cette ligne ; au SW, de telles précipitations sont rares. Nous allons préciser davantage.

A cet effet, j'ai tracé sur les cartes les lignes isopluviométriques. J'ai dû renoncer à figurer celles qui correspondent aux valeurs de 30, 40 et même 50 mm. dont le tracé est compliqué et incertain ; je me suis borné à indiquer les isopluviométriques correspondant à des chutes de 60, 80, 100 et 150 mm. A titre d'exemple, je joins à ce travail deux cartes sur lesquelles on trouvera les tracés de ces isopluviométriques pour les pluies du 25 novembre 1934 et du 15 novembre 1936 (voir p. 13).

Les aires délimitées par les isopluviométriques correspondant à des pluies différentes ne coïncident jamais, mais elles présentent souvent des parties communes. L'aire commune à un nombre donné d'isopluviométriques définira une région où, au cours de la période considérée, il est tombé un nombre égal de chutes de pluies de 60, 80 ou 100 mm. On possède donc un moyen de délimiter des régions de plus ou moins grande fréquence. Pour obtenir une valeur correcte de la fréquence, il faudrait faire figurer sur la même carte les isopluviométriques relatives à l'ensemble de toute la période étudiée. Un tel procédé est malheureusement impraticable. J'ai donc dû me borner à établir 3 cartes sur lesquelles j'ai reporté : 1° les isopluviométriques de 60 ; 2° celles de 80 ; 3° celles de 100 mm. pour les 15 principales pluies torrentielles étudiées. Les graphiques ainsi obtenus présentent un aspect trop confus pour être

reproduits ; ils permettent toutefois des conclusions utiles (voir p. 14).

Nous distinguerons d'abord les régions sujettes à recevoir des hauteurs de pluies de 80 mm. et plus :

1° Une première région s'étend sur les contrôles de Zaghouan et de Grombalia, déborde sur celui de Sousse et empiète légèrement sur ceux de Tunis et de Medjez el Bab. Son périmètre peut-être jalonné par les stations suivantes : Korbous, Aïn Ketan, La Cebala du Mornag, le Djebel Oust, Smindja, le Djebel Mansour, Dhomda, Djebibina, Enfidaville, Bou Ficha, Ste-Marie du Zit, Hammamet, Nabeul, Aïn Tebornok, Grombalia et M'Raïssa. Les pluies de 80 mm. sont moins fréquentes dans l'aire comprise entre Bou Ficha, Ste-Marie du Zit et Hammamet, ainsi que sur la presqu'île du Cap Bon. Elles sont également moins fréquentes à Tunis et dans sa banlieue, ainsi que sur les zones situées à l'W et au S du périmètre que nous venons de définir ;

2° Une bande littorale étroite s'étend sur le contrôle de Sousse, d'Akouda à Salakta ;

3° Une autre bande littorale intéresse la région au SW de Sfax (Chahal - Ben Nessim) ; on peut y rattacher une petite zone autour de Saint-Michel du Sud ;

4° Au centre, on note une région où la fréquence est un peu moins élevée, délimitée par Saadiah du Bargou, Besserour, El Alem, El Haouareb et Ouss-el-tia. La ville de Kairouan est proche de cette zone, mais nettement à l'extérieur. Une étude portant sur un plus grand nombre de pluies conduirait peut-être à y joindre la région Hadjeb el Aïoun-Sidi Saad et Sidi Mansour ;

5° La fréquence est encore moindre dans la région Thibar-Téboursouk-El Aroussa-Aïn Garsa qu'il conviendrait peut-être de prolonger jusqu'à Sidi el Faci.

Je rappelle que ces conclusions sont relatives uniquement aux pluies à grande extension ; si nous avions fait figurer sur les calques les précipitations à aire restreinte, nous aurions été conduit à classer comme zone à grande fréquence la région d'Aïn Draham et d'El Feïdja.

A l'intérieur de ces grandes régions, on peut parfois définir des zones de faible étendue où la fréquence est particulièrement élevée. La 1re région fournit à cet égard les renseignements les plus instructifs, grâce à la grande densité des postes d'observation. La zone Gueydal el Beylik-Loukanda-Dhomda est commune à 6 courbes ; celle de Djeradou-Saouaf-Zériba également ; la zone Aïn Tebornok-Grombalia est commune à 5 courbes.

Dans la 2e région, 4 courbes entourent la station de Teboulba Bonne Veine ; dans la 4e, il en est de même pour la zone Besserour-El Alem. Dans la 5e, 3 courbes entourent les stations de Teboursouk, Khalled et Aïn Garsa.

L'examen des calques dressés avec les isopluviométriques de 60 et de 100 mm. conduit à des conclusions analogues. La seule différence est que pour le premier les zones intéressées sont plus étendues et pour le second plus restreintes que dans le cas des isopluviométriques de 80 mm.

Tels sont les principaux résultats que l'on peut tirer de l'étude des calques ; ces conclusions sont en grande partie d'ordre qualificatif. Nous allons maintenant aborder le problème d'une autre façon.

4° **Fréquence annuelle moyenne des pluies torrentielles pour un certain nombre de stations de Tunisie.** — On peut se proposer de déterminer la fréquence annuelle moyenne d'après un certain nombre d'années d'observations, des pluies ayant fourni au moins 30 mm. en 24 heures dans une station donnée ; on admettra que cette fréquence moyenne restera sensiblement constante par la suite. Pour qu'une telle méthode soit légitime, il faut disposer d'une longue série d'observations. Dans son travail classique sur les pluies en France (1), Angot relate que, le 9 octobre 1827, il est tombé à Joyeuse (Ardèche) 792 mm. en 22 heures. Depuis lors, aucune chute de pluie de cet ordre de grandeur ne s'est produite dans cette région. Or, il s'agit d'un cycle de plus d'un siècle. Calculer la fréquence annuelle moyenne de telles précipitations n'aurait aucun sens ; tout ce que l'on peut affirmer, c'est que, inconnues dans le reste de la France, elles sont très rares dans cette région. Etablir des ouvrages d'art permettant d'évacuer le débit des crues qu'elles provoquent conduirait à engager des dépenses hors de proportion avec les dégâts que l'on se propose d'éviter. Au contraire, Il est de toute nécessité de parer aux inconvénients que pourraient entraîner des pluies moins fortes mais plus fréquentes. On peut accepter de reconstruire tous les 100 ans un pont qui aura été emporté par une crue exceptionnelle, mais les ouvrages d'art doivent pouvoir supporter sans dommages des crues qui peuvent se produire tous les 20 ou 30 ans par exemple. Pour fixer un chiffre, on admettra qu'il

(1) A. Angot. — Etudes sur le climat de la France. *Annales du Bureau Central Météorologique. Mémoires*, année 1912, Paris, 1918, p. 213.

suffit de prendre ses dispositions pour évacuer le débit des crues provenant des pluies torrentielles dont la fréquence annuelle moyenne est d'au moins une fois en 50 ans.

Nous avons donc jugé utile d'établir un catalogue des pluies torrentielles en Tunisie ; malheureusement, nous sommes loin de posséder un siècle d'observations. Pour 3 stations seulement (Tunis, Sousse et Aïn Draham) on dispose d'une cinquantaine d'années d'observations, et encore ne s'agit-il pas d'observations continues ; certaines années, le service a été suspendu pour être repris ultérieurement. La répartition géographique des pluies sur le territoire de la Tunisie étant particulièrement capricieuse, on ne saurait se contenter des résultats relatifs à un petit nombre de stations. On se trouve donc conduit à établir un catalogue (p. 15) pour une période restreinte ; en se contentant de 20 années d'observations, on peut disposer des données de 103 stations (sur les 386 qui constituent à l'heure actuele le réseau tunisien). Les documents utilisés sont :

1° le catalogue (non publié) des pluies torrentielles pour toutes les stations depuis leur création jusqu'en 1917,

2° le catalogue publié dans (1) le « Régime des pluies en Tunisie de 1901 à 1925 », par G. Ginestous, pour 42 stations,

3° les statistiques annuelles du Service Météorologique,

4° enfin les bulletins mensuels des stations.

Pour que les résultats soient comparables entre eux, il a fallu laisser de côté 23 stations ayant présenté des lacunes au cours des 20 années (1918-1937 inclus). De la sorte, nous avons dressé un premier tableau des fréquences annuelles moyennes des pluies ayant fourni en 24 heures des hauteurs d'eau égales à au moins 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 et 100 mm.

La moitié seulement des 80 stations ont enregistré des pluies de 100 mm. et plus au cours de la période 1918-1937. Cette durée de 20 ans est d'ailleurs trop courte pour que les valeurs calculées pour la fréquence des pluies de 100 mm. au moins aient une grande signification, sauf pour les stations où elles sont relativement nombreuses : Aïn Draham (fréquence 0,55), El Feïdja (0,20), Teboursouk (0,25), Akouda (0,30), Matmata (0,25). Pour 5 stations, la fréquence est de 0,15 ; pour 12, de 0,10 et pour 18 de 0,05. Ces chiffres pourront être sensiblement modifiés lorsqu'on reprendra le problème à l'aide de données plus nombreuses.

(1) Congrès de l'eau, Alger-Tunis 1927, pp. 166-217.

Bornons nous à comparer les résultats obtenus pour l'ensemble de toutes les pluies torrentielles (30 mm. au moins en 24 heures). En tête vient la Khroumirie avec Aïn Draham (fréquence 14,65) qui est à la fois la station tunisienne où il pleut le plus et celle où les pluies torrentielles sont les plus nombreuses. Au sud de la Khroumirie, au contraire, la région de Souk el Arba (0,85) reçoit peu de pluies torrentielles, et la pluie la plus abondante n'a pas fourni plus de 60 mm.

Sedjenane, dans la région Béjaoua-Mogods, présente encore une fréquence élevée (5,40). Pour les autres stations, les valeurs calculées pour la fréquence tombent au-dessous de 4 ; elles sont comprises entre 3 et 4 pour 2 stations seulement : Saadiah du Bargou et le Djebel Djouggar (région de l'Oued Miliane). A part Bou Arada, les autres postes de cette région ont une fréquence comprise entre 2 et 3, généralement plus voisine de 3 que de 2. Sont encore comprises entre 2 et 3 les fréquences obtenues pour Béja, Bizerte, Tunis ; la région du Cap Bon ; Téboursouk, Aïn Garsa et le Thibar (Dakla) ; les Hautes Plaines (sauf Sakiet Sidi Youssef) ; l'Enfida (sauf Djebibina) ; Ksour Essaf, Mahdia et Akouda (région du Sousse) ; et enfin Matmata. Les stations de Bou Arada, Sakiet Sidi Youssef et Djebibina ont une fréquence comprise entre 1 et 2. Il en est de même pour Sfax, Ben Nessim et de Nervo ; Maknassy ; Djerba, Ben Gardane et Zarzis. Les autres stations, ainsi que Souk el Arba, ont une fréquence comprise entre 0 et 1.

C'est à Tozeur et à Metlaoui que l'on observe le moins de pluies torrentielles (0,25). Dans la moitié Sud de la Tunisie (à part Matmata), les fréquences sont toujours inférieures à 2.

La méthode que nous venons de suivre présente l'avantage de permettre une comparaison rigoureuse entre les observations d'un nombre relativement élevé de stations tunisiennes. Elle n'est pourtant pas sans inconvénients : d'abord, il a fallu éliminer 23 stations ayant fonctionné pendant plus de 20 ans, mais dont les données présentent des lacunes. Ensuite, il est paradoxal, lorsque pour certaines postes on dispose de 30, 40 ou même 50 ans d'observations, de se borner à en utiliser 20. J'ai donc dressé un 2e tableau — disposé sur le même modèle que le précédent — pour 103 stations d'après l'ensemble de toutes leurs données. En face de chaque station, on a indiqué le nombre d'années d'observations (p. 16-17).

5° **Comparaison entre les deux tableaux.** — Si l'on examine les résultats relatifs à l'ensemble de

toutes les pluies torrentielles, on constate que les deux tableaux ne donnent pas les mêmes valeurs. Les écarts sont soit positifs, soit négatifs ; leurs valeurs absolues sont très variables. Toutefois, dans 51 cas sur les 80 observations, les écarts relatifs entre les 2 séries de valeurs ne dépassent pas 10% ; dans 8 cas, ils sont inférieurs à 1%. Il y a donc une certaine permanence des phénomènes.

Il n'en est plus de même si l'on envisage uniquement les plus fortes pluies (100 mm. au moins). Les stations ayant noté de telles précipitations sont plus nombreuses sur le 2e tableau que sur le 1er (77 sur 103, au lieu de 40 sur 80). Deux exemples feront ressortir l'irrégularité des phénomènes. A Téboursouk, station fonctionnant sans arrêt depuis 1900, aucune chute de pluie n'a atteint 100 mm. jusqu'en 1935 ; de 1935 à 1937, cette valeur a été dépassée à 5 reprises. La fréquence annuelle calculée d'après les 20 dernières années (0,25) est supérieure à celles déduite de l'ensemble des observations (0,12)... Au contraire, à Hadjeb el Aïoun, de 1911 à 1912, il y a eu 4 pluies de plus de 100 mm, et il ne s'en est pas produit depuis lors (fréquence pour les 20 dernières années : 0, pour l'ensemble des observations : 0,19). Toutefois, dans les 2/3 des cas, on obtient des valeurs plus élevées en établissant les valeurs de la fréquence annuelle moyenne d'après la totalité des observations. On risquerait donc de graves mécomptes si l'on s'appuyait dans la pratique sur les résultats tirés des 20 dernières années d'observations.

Provisoirement, il sera préférable d'utiliser les données rassemblées dans le tableau II. Il s'agit là évidemment d'un premier travail qui devra être rectifié et complété à l'aide de nouvelles données. D'autre part, nous avons vu que pour certaines stations, on ne disposait que d'une vingtaine d'années d'observations : en ce cas, lorsqu'aucune pluie de 100 mm. ou davantage n'a été observée dans une station, il serait téméraire d'admettre pour la fréquence annuelle moyenne une valeur égale à 0 pour les années qui vont suivre ; les exemples de Teboursouk et d'Hadjeb el Aïoun, cités plus haut, le montrent clairement. Nous allons rechercher, si, par le calcul, il ne serait pas possible de suppléer aux éléments qui manquent.

6° **Variation de la fréquence en fonction de la hauteur des chutes de pluie.** — L'examen des tableaux montre immédiatement que la fréquence décroit rapidement quand la quantité d'eau tombée augmente. Nous avons recherché si cette variation ne pourrait pas être représentée par une formule. Les lois proposées par A. Coutagne (1) (loi des erreurs fortuites, loi de l'effet proportionnel) n'ont pas donné de résultats satisfaisants. Il n'y a pas lieu d'en être surpris ; d'abord le problème posé n'était pas tout à fait le même : Coutagne a étudié l'ensemble des pluies et nous nous sommes limités à celles qui ont fourni au moins 30 mm. De plus, il s'agissait de régions différentes, et la variabilité des pluies peut obéir à des lois très diverses suivant les pays.

Nous nous sommes arrêtés à la formule suivante :

$$f = f_0 \, e^{-K\,(h - h_0)}$$

ou bien :

$$\log \frac{f_0}{f} = a\,(h - h_0).$$

f étant la fréquence annuelle moyenne des pluies ayant fourni une hauteur égale au moins à h ; f_0 correspond à $h_0 = 30$ mm ; a et K sont des coefficients qui varient d'une station à l'autre. Cette formule ne donne qu'une approximation assez grossière ; elle est même en défaut pour un petit nombre de stations. Dans de nombreux cas, on peut obtenir une meilleure approximation en introduisant des termes du 2e et du 3e degré :

$$\log \frac{f_0}{f} = a\,(h - h_0) + b\,(h - h_0)^2 + c\,(h - h_0)^3.,$$

b et c sont de nouvelles constantes. Là encore, pour quelques stations (mais moins qu'avec la 1re formule) les résultats sont assez grossiers.

Nous avons calculé a, b et c pour les diverses stations ; il serait fastidieux d'exposer en détail les résultats obtenus. Bornons-nous à noter que dans la 1re formule, a est un coefficient positif compris entre 0,13 et 0,50 suivant les stations et dont la valeur moyenne est voisine de 0,26. Dans la 2e formule les limites sont un peu plus écartées (0,10 et 0,75) ; La moyenne est du même ordre. Les coefficients b et c, beaucoup plus petits en valeur absolue, sont soit positifs, soit négatifs, le plus souvent de signe contraire.

Il ne semble pas utile d'indiquer les valeurs des écarts relatifs entre les résultats tirés des formules et ceux qu'a fourni l'observation. Aussi bien, nous n'avons pas prétendu dégager une loi physique : les données étaient en quantité trop insuffisante pour nous le permettre. Notre but était simplement d'établir une formile qui pût être utilisée provisoirement pour les besoins de la pratique.

Nous avons opéré de la façon suivante. Pour les stations n'ayant pas reçu de pluies de 100 mm. et

(1) Comment caractériser la variabilité intrinsèque des précipitations. *La Météorologie*, Société Météorologique de France, mai-juin 1938, 3e série, n° 15, pp. 155-165.

plus durant la période d'observation, une fois les coefficients déterminés, nous avons porté dans celle de deux formules qui donnait les meilleurs résultats la valeur $h = 100$ mm. Nous en avons tiré une valeur f qui représentera la fréquence annuelle moyenne des pluies de 100 mm. et plus pour les stations en question, au nombre de 26 (voir tableau III, p. 17). Au total, pour 10 stations sur les 26, la fréquence annuelle moyenne est d'au moins 0,01. Compte tenu du fait que la formule n'est qu'approchée, et que l'extrapolation entraîne forcément une part d'incertitude, nous croyons cependant pouvoir dire que dans ces 10 stations, il faut envisager la possibilité de recevoir en 50 ans une ou plusieurs pluies de 100 mm. et plus.

Nous avons ensuite effectué un travail analogue pour les pluies de 80 mm. Sur 13 stations où l'on n'a pas observé de pluies de 80 mm., il en est 7 pour lesquelles on trouve une fréquence annuelle moyenne égale à au moins 0,01. Pour les 4 stations qui n'ont pas eu de pluies de 60 mm. ; les fréquences sont supérieures à 0,01.

En utilisant simultanément ces valeurs et celles qui figurent dans le tableau II, nous avons dressé des cartes de la fréquence annuelle moyenne des pluies torrentielles en Tunisie. On trouvera ci-contre celles qui sont relatives aux pluies de 100 mm. et plus et à celles de 60 mm. et plus.

Il serait prématuré de prétendre apporter une solution définitive au problème qui nous occupe ; nous croyons toutefois avoir serré la question d'aussi près qu'il est possible à l'aide des éléments dont nous disposons.

7° **Maximuns observés.** — On trouvera dans le tableau IV (p. 18) la liste des maximums observés pour les 103 stations dont nous nous sommes occupés jusqu'à maintenant. A titre d'indication, nous avons toutefois cru devoir y joindre 6 postes n'ayant pas 20 ans de fonctionnement, mais pour lesquels des valeurs importantes ont été notées ; il sera intéressant, plus tard, de calculer les valeurs des fréquences pour ces stations qui sont : Khalled, St-Michel du Sud, Teboulba Bonne Veine, M'Raïssa, Korbous, Souk el Djemaa.

Le 1er janvier 1886, on a signalé 639 mm. à Mahdia, mais pour diverses raisons, cette valeur paraît douteuse, et il semble préférable de ne pas en faire état. Je n'ai noté que 4 chutes de pluie supérieures à 200 mm. (Khalled 231 mm., El Feïdja 224, Val Saint-Pierre 217, et Moghrane 201). Pour 13 stations le maximum a atteint ou dépassé 175 mm ; pour 25, 150, et pour 58, 125. D'après l'étude d'Angot, citée plus haut, de telles valeurs s'observent également en France, dans les Cévennes.

La répartition des maximums est très irrégulière ; on observe des écarts énormes entre des localités voisines. Ces écarts s'expliquent parfois par les conditions topographiques. Ainsi Souk el Arba et Tabarka sont situés sur deux versants opposés : Il n'est donc pas surprenant que la pluviométrie de ces deux stations soit très différente. Mais, le plus souvent, on serait fort en peine de trouver une explication. Le problème de la répartition géographique des maximums ne peut être abordé utilement à l'heure actuelle.

Les stations où les pluies torrentielles sont les moins fréquentes (Tozeur, Dehibat, Feriana, Souk el Arba, etc...) sont celles qui présentent les maximums les moins élevés. La réciproque n'est pas vraie. Par exemple, la fréquence est nettement plus élevée à Aïn Draham qu'à El Feïdja, et au contraire, le maximum est plus élevé dans la 2e de ces stations que dans la 1re. Il en est de même pour le Val St-Pierre et Zaghouan ; les cas analogues ne manquent pas. Ici encore, de longues études seront nécessaires avant que l'on puisse parvenir à dégager une loi.

8° **Comment orienter les recherches ultérieures.** — *a*) Le catalogue des pluies torrentielles en Tunisie devra être poursuivi, de façon à permettre de rectifier plus tard les valeurs obtenues pour les fréquences annuelles, ainsi que les maximums.

b) Il sera intéressant de rechercher la répartition des pluies torrentielles par mois et par saison sur le territoire de la Régence ; ce travail est en cours.

c) Enfin, un élément très important à connaître est l'intensité de la pluie, quantité recueillie dans une minute. Pour la déterminer, il est indispensable de posséder un pluviomètre enregistreur. A l'heure actuelle, un seul de ces appareils est en fonctionnement à la station centrale de la Manoubia. Nous espérons pouvoir prochainement en installer d'autres en diverses localités de la Régence, ce qui permettra d'effectuer pour ces stations le travail qui a déjà été exécuté pour Tunis (1).

C. Bois,

Directeur du Service Météorologique de la Tunisie.

(1) C. Bois. — Sur l'intensité et la durée des chutes de pluie à Tunis. Congrès des Sociétés Savantes, Nice 1938 (sous presse).

Bases de la prévision à très courte échéance au Cameroun

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Le titre de la présente note ne doit pas faire illusion. Les procédés sur lesquels est basée, au Cameroun, la prévision météorologique à très courte échéance sont, à peu de choses près, les mêmes que ceux utilisés dans les autres stations météorologiques de la côte d'Afrique : les principes fondamentaux en ont été posés, il y a plusieurs années déjà, par M. Hubert, Inspecteur général du Service Météorologique colonial (1).

CONDITIONS ATMOSPHÉRIQUES NORMALES AU CAMEROUN

Rappelons brièvement ce que sont les conditions normales, tout au moins pour les régions de Yaoundé et de Douala, où les études ont été plus poussées.

Région de Yaoundé. — (En gros au Sud du 5e parallèle et entre 10°30' et 13° de longitude est) : du 15 mars au 15 juillet, temps couvert ou très nuageux le matin, orages et grains orageux l'après-midi ou dans la première partie de la nuit (jusqu'à 2 heures du matin environ) ; visibilité bonne à part quelques brouillards matinaux. Du 15 juillet à fin août : temps couvert bas avec possibilité de bruine plus ou moins épaisse pouvant abaisser notablement la visibilité, ces bruines étant en relation directe d'ailleurs avec les fortes précipitations constatées à Douala.

De septembre à mi-novembre, caractéristiques analogues à celle de la période du 15 mars au 15 juillet, avec toutefois des précipitations généralement plus abondantes et un plus grand nombre d'orages.

De mi-novembre à mi-mars. — En général beau temps relativement peu nuageux. Orages et grains exceptionnels. Brouillards matinaux fréquents en novembre, décembre et janvier. Visibilité médiocre pouvant s'abaisser, pendant des journées entières, à moins de 2 kilomètres par suite de la brume sèche, particulièrement dangereuse pour la navigation aérienne (2).

(1) Nouvelles études sur la météorologie de l'Afrique Occidentale Française, par H. Hubert, Larose, éditeur.

(2) Bien que la présente note traite surtout des conditions météorologiques dans le Sud-Cameroun, il paraît intéressant de reproduire les considérations suivantes dues à M. J. A. Rousseau, Inspecteur des Eaux et Forêts et pilote-aviateur qui apporta une contribution importante au développement de l'aviation au Cameroun :

« 2° *Visibilité.* La brume d'humidité est rare et étroitement localisée dans le Nord-Cameroun : elle n'est épaisse qu'en juillet-août-septembre et encore, suit strictement les plus grandes vallées. Elle est au contraire très fréquente sur le plateau de N'Gaoundéré qui, pendant la plus grande partie de l'année est plongé dans le brouillard jusqu'à 9 heures ; en raison du relief élevé de la région, il est prudent de ne s'y engager qu'avec précaution le matin.

« Mais il existe un autre obstacle très particulier aux régions soudaniennes : c'est la *brume sèche*, constituée par des particules en suspension dans les basses couches de l'atmosphère, qui peut faire descendre la visibilité horizontale à moins de 500 m. Phénomène de la saison sèche, elle apparaît depuis le pied du plateau de N'Gaoundéré jusqu'au Tchad à la fin de décembre et s'épaissit (avec des hauts et bas) jusqu'à la fin de mars : les premières pluies la font disparaître.

« Elle est généralement annoncée par les nuits froides et calmes. Ses variations au cours de la journée ne sont *jamais brusques* ; cependant, toujours faible au lever du soleil, elle augmente très rapidement jusqu'à 8 heures (peut-être est-ce d'ailleurs une illusion due à l'éclairement, mais qui oblige à *se méfier des observations matinales*). Quelque faible que soit la visibilité horizontale par brume sèche, la vision reste presque toujours possible rigoureusement *à la verticale*. Aussi, sur un parcours connu et matérialisé par un repère sans dénivellation brusque (tel qu'une route ou une rivière), le vol — en dehors de tout travail aérien — est praticable à faible altitude à condition de suivre strictement, avec tous ses contours, le repère choisi afin d'éviter d'une part de se perdre et d'autre part de rencontrer des montagnes .»

Les commentaires de M. Rousseau sur le phénomène de brume sèche s'applique parfaitement au Sud-Cameroun, sauf, peut-être, qu'il s'y manifeste avec une intensité atténuée.

Région de Douala. — (En gros : zone maritime comprise entre le massif montagneux du nord, le plateau central et le parallèle de Kribi).

1° *En saison de fortes pluies* (juin-septembre) (1).

Ciel couvert bas ou très nuageux ; *précipitations abondantes* venant de la mer (mousson) sous forme de pluie continue pendant plusieurs heures (nuit et matinée) ou de bruine plus ou moins épaisse (matinée et après-midi).

Visibilité très variable au cours de la journée, généralement médiocre (4 à 10 km). S'abaisse souvent à 200-300 mètres pendant les précipitations pour s'élever parfois à 50-100 kilomètres et plus après une chute de pluie abondante.

(1) Les mois sont indiqués à titre de simple indication, les limites de saisons étant éminemment variables. La saison des pluies a commencé au mois de mars en 1936, au mois de juillet seulement en 1937.

Orages et surtout grains sont exceptionnels en cette saison.

Vents en altitude : semblent assez variables, sont encore peu étudiés par suite de la difficulté à pousser les sondages suffisamment haut. Le courant équatorial d'Est paraît être rejeté à une altitude assez élevée et parfois disparaître. Du sol et jusqu'à 2.000 mètres et plus règne la mousson (de SW à W).

2° *En saison sèche* ou saison de faibles pluies (décembre-février).

Temps généralement beau, caractérisé par un ciel de variation diurne : nuageux par cumulus le matin, dégagé l'après-midi. Brume atmosphérique permanente et possibilité de *brume sèche* proprement dite (nébulosité nulle ou presque nulle dans ce cas). Précipitations exceptionnelles, nulles par brume sèche.

Visibilité peu variable ou cours de la journée, généralement moyenne (10 à 15 km) pouvant devenir faible (2 à 4 km) pendant plusieurs jours consécutifs par suite de brume sèche.

Orages exceptionnels, pas de grains en cette saison.

Vent en altitude : le courant équatorial d'Est règne en permanence au-dessus de 1.000-1.500 mètres. Par brume sèche il descend jusqu'au sol. Très actif (30 à 50 k/h), son orientation dominante est Nord-Est dans les couches inférieures puis Est au-dessus.

Au sol l'après-midi : brise de mer importante sauf le cas de brume sèche.

3° *Avant et après la saison des pluies* (autres mois).

Temps généralement beau caractérisé par un ciel de variation diurne plus importante qu'en saison sèche. Troublé par des *grains orageux* presque quotidiens (1) passant surtout dans la soirée et la nuit, accompagnés de *précipitations* de forte intensité mais de durée assez courte. Pas de brume sèche ; brume atmosphérique exceptionnelle.

Visibilité peu variable, généralement bonne (20 à 50 km.) sauf précipitations accompagnant le passage de grains orageux (0,5 à 1 km. ou moins).

Vents en altitude : mêmes caractéristiques qu'en saison sèche, sauf que le courant d'Est ne descend au sol qu'exceptionnellement.

Il convient d'ajouter que les *brouillards* matinaux sont très fréquents en toutes saisons : brouillard de forêt au sol, de courte durée. En saison sèche ils se dissipent sur place ; au contraire en saison des pluies ils s'élèvent généralement dès les premières heures du jour pour former une nappe de Stratocumulus plus ou moins compacte se fragmentant par la suite.

(1) Si l'on envisage l'ensemble de la région définie au début.

Rappel de certains principes

Les conditions normales de l'époque étant connues, il y a avantage à tenir compte, pour la prévision des conditions atmosphériques impliquée par les 4 principes énoncés antérieurement par M. H. Hubert : principe de continuité, principe de durée, principe d'enchaînement (1), et notamment le *principe de répétition* : « *Les phénomènes observés un jour ont tendance à se produire le lendemain vers la même heure*, étant tenu compte, naturellement, des exigences des principes précédents ».

On trouvera ci-dessous quelques remarques qui permettent, dans la plupart des cas, de prévoir à partir de quel moment le principe de répétition se trouvera en défaut :

1° Les modifications des conditions météorologiques d'un lieu donné sont commandées par les modifications des conditions météorologiques des régions situées à l'Est.

C'est ainsi qu'il semble que la région de Yaoundé est affectée avec un décalage de 12 à 15 heures par les modifications des conditions météorologiques de la région de Bangui pendant les périodes dites « saisons de pluies » et « grande saison sèche » c'est-à-dire d'octobre à fin juin.

Au contraire, pendant la « petite saison sèche » (juillet-août) les conditions atmosphériques à Yaoundé semblent commandées par celles de Douala notamment par l'activité de la mousson et l'importance des précipitations à Douala.

Dans la période intermédiaire (début juillet et septembre) les régimes météorologiques de Bangui et de Douala interviennent l'un et l'autre avec prédominance alternée de l'un ou de l'autre. Enfin, l'in-

(1) *Principe de continuité*. Les modifications du temps ne sont généralement pas instantanées. Il y a, au contraire, progression d'intensité d'un phénomène météorologique pour aboutir à une situation déterminée. Cette situation n'est généralement atteinte qu'après passage du phénomène en question par des stades successifs qui se répètent régulièrement dans le même ordre.

Principe de durée. La rapidité avec laquelle s'établit une situation nouvelle est souvent une indication de durée de cette situation. Longue durée si la situation s'établit lentement, courte durée dans le cas contraire.

Principe d'enchaînement. Certaines modifications même légères sont nécessairement suivies de certaines autres souvent importantes. (H. Hubert, *op. cit.*).

fluence du régime de la région montagneuse sur les deux régions de Yaoundé et de Douala est très marquée dans toutes les périodes de transition entre les saisons et il semble qu'il serait du plus haut intérêt pour la protection météorologique des déplacements aériens Yaoundé-Douala d'avoir, outre des renseignements très sérieux sur cette région montagneuse, une sorte d'avant-poste météorologique à Bafia, couvrant Yaoundé (1).

2° A Douala un courant d'ouest peu important en vitesse, en épaisseur et dans le temps (par exemple brise de mer faible, 3 à 5 m/sec, ne durant que 2 ou 3 heures, telle que celle qui souffle au milieu de l'après-midi après le passage d'une ligne de grains importante dans la nuit précédente ou telle que celle qui souffle en pleine saison sèche) implique une présomption de beau temps (pas de grain) à Douala pour les 2 jours à suivre.

3° Les remarques suivantes sont capitales en ce qui concerne la période d'hivernage pour déterminer les conditions d'application du principe de répétition. Certaines de ces remarques sont d'ailleurs plus ou moins contenues dans le « principe de durée » :

a) de forte précipitations interrompent une série de jours marqués par des orages ou des grains. Plus les précipitations sont abondantes et généralisées, plus la probabilité est élevée pour que cesse la série de jours d'orages et de grains.

b) à mesure que s'allonge une série de jours d'orages et de grains, la probabilité pour que ces orages et ces grains se répètent le lendemain diminue.

c) lorsque l'orage ou le grain s'est manifesté le jour J à l'heure H et le jour J + 1 à l'heure H + *h*, il se manifestera (s'il doit se manifester) le jour J + 2 à l'heure H + *h* + *h*', les durées de *h* et *h*' étant de même signe et de l'ordre d'une heure.

d) signalons que l'allure de la courbe barométrique semble devoir donner des indications importantes. Il a déjà été indiqué que, l'aspect de cette courbe paraît, à Yaoundé, en relation avec l'intensité des brouillards matinaux en saison sèche,

(1) Les lignes de grains ayant une origine NE ou NNE en provenance principalement des parties orientales du massif montagneux Manengouba-N'Lonako et dont le centre est situé sur la rive droite du Wouri restent axés sur cette rive droite et ne franchissent pas le fleuve (laissant ainsi Douala sur leur marge Sud) sauf s'ils sont, au préalable, déjà « à cheval » sur le fleuve : la majeure partie de ces grains suivent les zones favorables à leur alimentation que sont les marécages du Mungo et les revers du massif du Mont Cameroun. On peut en dire autant en ce qui concerne Yaoundé des grains situés au Nord de la Sanaga ou au Sud du Nyong et non entre ces fleuves : Yaoundé reste en marge du grain.

En ce qui concerne les précipitations, nous indiquons que le cas général semble être le suivant :

1° des pressions élevées (abstraction faite de la marée barométrique) et une marée faible correspondent à un temps couvert avec probabilité de précipitations non orageuses dans la région de Douala, possibilité de bruines plus ou moins épaisses dans la région de Yaoundé.

2° des pressions basses et une marée forte correspondent à probabilité d'orages ou de grains.

e) l'examen des courbes de température et d'humidité n'ont jusqu'à présent pas donné de résultat important au point de vue de la prévision à 24 heures d'échéance. Toutefois la station de Douala utilise depuis quelques temps des appareils de grande sensibilité qui donneront peut-être des indications plus nettes.

La prévision à très courte échéance

C'est cette forme de prévision qui est réalisée le plus souvent au Cameroun pour les besoins de l'aviation.

Les avis sont donnés pour une durée indiquée chaque fois, en général 4 heures. Cette durée est largement suffisante pour permettre à l'aviateur d'atteindre, et en toute sécurité, au point de vue météorologique, sur les lignes normalement organisées, la zone d'action de la station météorologique prochaine (1).

La présente note s'attache uniquement à la prévision des éléments intéressant les aviateurs et plus spécialement du phénomène dangereux par excellence, le grain. Les vents de force dangereuse n'existent guère en effet dans le Sud-Cameroun qu'au moment des grains. D'autre part une note antérieure (voir *Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer*, octobre 1935) a traité de l'élément visibilité ; du reste les brouillards matinaux sont presque toujours dissipés à 8 heures T. M. G. ; quant au phénomène de brume sèche, il constitue un état s'établissant progressivement et qui ne semble pas de nature à empêcher un vol, dans le Sud du Territoire tout au moins. En ce qui concerne le plafond, il varie assez régulièrement, au cours d'une journée en dehors des grains ou des pluies. Enfin, l'étude des vents en altitude est loin

(1) Cf. L. Welter : « Note sur l'organisation de la protection météorologique de la navigation aérienne », *Bulletin du Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'A. O. F.*, année 1930.

d'être suffisamment poussée pour permettre de pénétrer le mécanisme qui détermine leurs modifications. Ces modifications semblent d'ailleurs assez lentes — en dehors des grains — pour qu'un sondage toutes les 3 ou 4 heures suffise au pilote pour connaître l'altitude optimum de vol. On ne s'étonnera donc pas si, dans ce qui suit, on place surtout au point de vue de la prévision des grains.

Les procédés de prévision à courte échéance sont de trois sortes : l'interprétation des formes nuageuses et de leur évolution, la couverture latérale, l'écoute des parasites atmosphériques. Nous allons les examiner successivement. Mais il importe de souligner qu'aucun de ces procédés ne se suffit à lui-même. Ils doivent être employés simultanément et concuremment. En effet le stade d'évolution d'un système nuageux constaté en un lieu A peut n'être pas influencé par un autre système orageux situé assez loin dans l'Est et susceptible de se déplacer avec une vitesse anormalement forte. L'examen de l'état du ciel est d'ailleurs souvent impossible aux premières heures de la matinée. D'autre part la sécurité conférée par la transmission de l'E vers l'W des avertissements de phénomènes dangereux est fonction, et de la ponctualité des observateurs, et de la rapidité de fonctionnement et du degré de perfection du réseau de transmission. Ces restrictions expliquent l'intérêt de l'écoute des parasites atmosphériques qui, augmentant en quelque sorte, ainsi qu'il sera expliqué plus loin, la sensibilité de l'oreille, permettent, suivant une expression heureuse, d' « entendre le tonnerre au loin » et par conséquent, de parer, dans une certaine mesure, au défaut de renseignements latéraux.

A) L'interprétation des formes nuageuses et de leur évolution

L'interprétation des diverses formes sous lesquelles se présentent les masses nuageuses et celle de leur évolution, soit au cours de la matinée, soit dans leur variation diurne est une source précieuse d'information et constitue l'un des éléments principaux de la prévision à courte échéance. Quand la couverture latérale manque (prévision demandée d'urgence ou sur la zone maritime en saison de fortes pluies par exemple) on peut même dire que c'est le seul élément.

L'évolution des nuages peut être simplement étudiée par l'observation directe en une station ; elle peut aussi être prévue *a priori* quelques heures à l'avance à l'aide d'autres indices tels que les variations de la marée barométrique ou les caractéristiques du courant d'Ouest au sol (notamment à Douala) ; enfin, on peut la suivre sur l'ensemble d'une région par la construction de cartes synoptiques à l'aide des observations des stations secondaires. Le deuxième cas : prévision de l'état du ciel n'est qu'un aspect de la prévision du temps qui fait l'objet de l'ensemble de cette étude. Quant à la question des cartes synoptiques elle n'a été jusqu'à présent que peu étudiée au Cameroun en raison de la faible densité du réseau barométrique qui ne permet pas d'éliminer avec une sécurité suffisante les erreurs toujours possibles d'observateurs non spécialisés. En définitive, on s'en tient à l'observation directe dans les stations principales et l'on admet que les résultats sont valables pour toute la zone voisine. L'expérience a prouvé du reste que l'étendue de ces zones est suffisante pour les besoins de l'aviation.

Dans la pratique, on ne se contentera pas d'observer simplement l'évolution (ou la forme) de nuages isolés ; mais on se référera, surtout en vue de prévisions générales pour une région étendue, à l'état d'ensemble du ciel, en se rappelant qu'une discrimination doit toujours être faite entre les ciels inférieurs suivant qu'ils se trouvent dans le courant équatorial d'Est ou dans les couches atmosphériques voisines du sol (généralement courant d'Ouest) (1). C'est dans les ciels de courant d'Est que seront recherchés les signes précurseurs de perturbation (grains orageux), signes qui sont souvent en complète opposition avec les indications du ciel immédiatement inférieur.

1° Les formes nuageuses

D'une manière générale, les formes plus ou moins stratifiées (2) ou en nappes relativement minces, sous réserve qu'elles soient étendues, constituant ainsi le « caractère dominant » du ciel, impliquent : situation stable, convection faible ou tout au moins atténuée. Elles sont presque toujours la matérialisation physique, soit de couches d'inversion, soit de zones de turbulence : suivant leur altitude, leur caractère « d'opposition » sera plus ou moins marquée.

Les nuages à développement vertical (Cumulus et

(1) Il s'agit ici du Cameroun méridional et plus particulièrement de sa région Sud-Ouest.

(2) A l'exception des cirrus d'enclume qui prennent souvent la forme Cirrostratus surtout en avant des lignes de grain importantes d'origine lointaine. Les remarques des lignes suivantes restent vraies pour ces nuages, mais leur altitude est trop forte pour qu'ils puissent être utilisés : ils marquent justement la limite supérieure des couches atmosphériques perturbées par les courants de convection.

Cumulonimbus) accusent au contraire l'existence de courants ascendants de convection et permettent de noter leur importance. Leur extension en altitude est parfois considérable (1).

Nuages inférieurs

Stratus ($C_L = 5$) (2). Fréquents en toutes saisons et plus particulièrement en zone forestière, avant 9 heures (3), ils ne sont souvent que le résultat de l'élévation des brouillards matinaux au sol.

Généralement temps assez stable avec bruine aux premières heures de la matinée. Toutefois (en saison sèche particulièrement) la couche de stratus peut se déchirer assez rapidement et laisser voir des nuages impliquant une modification de la prévision de stabilité.

Stratocumulus ($C_L = 5$). Résultat de l'épaississement ou du début de cumulification matinale du stratus matinal.

Temps généralement stable sous les mêmes réserves que pour le stratus ($C_L = 5$) (4).

Stratocumulus ($C_L = 4$). Résultat de l'étalement des Cumulus assez fréquent l'après-midi après une pluie assez forte ou le soir au coucher du soleil.

Temps stable, sans réserve.

Fractonimbus ($C_L = 6$). Accompagnant de gros Cumulus ou des Cumulonimbus ($C_L = 9$) signifient : pluie dense ou averses, actuelles ou très prochaines.

Sous la forme plus spéciale de fractostratus (détachés d'une nappe de Stratus ou Sratocumulus) ils correspondent à : bruine ou pluie plus ou moins dense mais généralement assez faible suivant l'importance de leur nébulosité partielle.

Enfin, les petits Cumulus fragmentaires à base déchiquetée non horizontale vivement entraînés en zone maritime, par la brise de mer pendant la saison des pluies (1) doivent aussi rentrer dans la catégorie $C_L = 6$. Ils donnent de façon intermittente des ondées de courte durée. Leur passage se traduit souvent au sol par de simples gouttes de pluie.

Nuages à développement vertical

Cumulus (humilis ($C_L = 1$). Nuages caractéristiques de beau temps. Toutefois, le matin ils peuvent n'être que le premier stade d'une cumulification plus importante dont il y aura lieu de tenir compte dans la prévision. D'autre part le pronostic de beau temps basé sur un tel ciel peut être complètement détruit par l'état du ciel supérieur (2).

Gros cumulus (Congestus) - $C_L = 2$.

L'existence de Cumulus puissants, trahissant l'importance des courants ascendants, implique, quand on les note vers le milieu de la journée, une tendance orageuse pour l'après-midi.

Toutefois :

1° En zone maritime, le développement ultérieur en Cumulonimbus quand il serait possible est arrêté par l'opposition : courant d'Est — courant d'Ouest (3).

2° En pleine saison sèche, l'alimentation de la masse nuageuse en vapeur d'eau est insuffisante et le stade Cumulonimbus n'est pas atteint : la formation d'orage avorte.

3° Au milieu de la saison des pluies, dans la partie Nord de la zone maritime, les courants ascendants sont relativement faibles par suite de la nébulosité, totale ou presque totale. Là encore le développement reste en général limité : il n'y a ni orage ni grain.

---

(1) On a noté à Douala des Cumulonimbus situés en zone anglaise dont les parties supérieures dépassaient certainement 12.000 mètres. Le Mont Cameroun dégagé se profilant sur leur base constitue un excellent point de repère.

(2) Chiffres et définitions du code de Copenhague 1929, modifié à Varsovie 1935.

(3) Les heures sont notées en temps légal du Cameroun, c'est-à-dire heure T.M.G. + 1 heure.

(4) La surface *supérieure* d'une couche de Stratocumulus peut bourgeonner par places et former de gros cumulus sans enclume intimement liés au Stratocumulus dont l'aspect inférieur n'est pas modifié, tout au moins au début. Ultérieurement la couche se déchire et l'on n'a plus que des cumulus plus ou moins isolés : $C_L = 2$, parfois même $C_L = 3$. Ces formations sont chiffrées : $C_L = 8$, faute de mieux, mais ne correspondent pas, du point de vue de leur formation, à la définition du code.

(1) La même formation nuageuse est classique l'après-midi à Douala en fin de saison sèche, mais elle doit alors se chiffrer : $C_L = 1$ et ne donne pas de précipitation. Tous ces nuages se présentent en longues files organisées sensiblement parallèles. Leur nébulosité partielle faible ou nulle vers 14 h. passe en général par un maximum vers 17-18 heures, un peu avant le coucher du soleil. Leur altitude (base) est très exactement donnée par la formule de Hennig : $h = 122{,}6\ (t^o - \theta^o)$ ou t^o est la température et θ^o le point de rosée, en degrés, au sol.

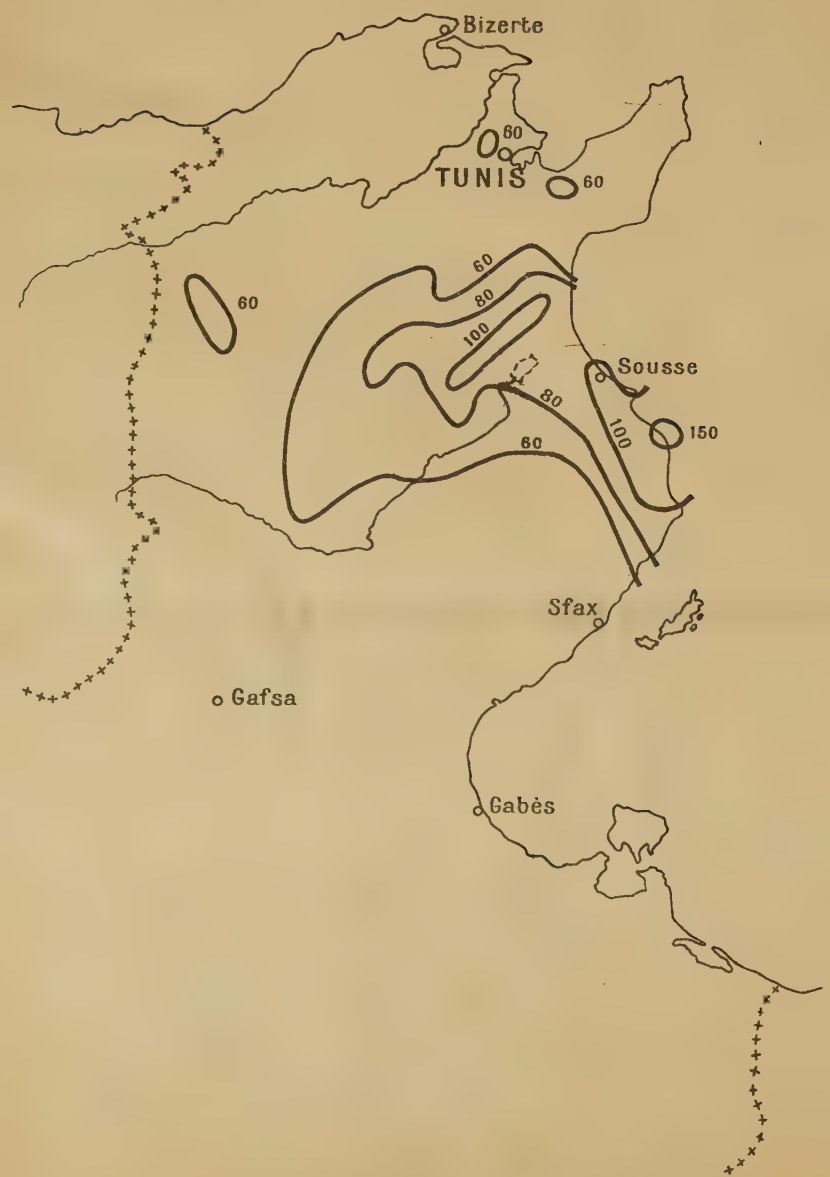
(2) Au début de la saison des pluies en zone maritime, on observe fréquemment entre 15 et 17 heures l'association :

— Cumulus humilis de beau temps dans la brise de mer (3 à 4 dixièmes) ;

— Cirrus envahissant le ciel par l'Est (ou le Nord-Est) ;

— Cumulonimbus (nébulosité partielle : traces, puis 1 à 2 dixièmes apparaissant dans le secteur Est. — Ne pas tenir compte du ciel de courant d'Est en raison de sa nébulosité partielle faible conduirait à une prévision de beau temps pour la soirée. Prévision absolument erronée : un grain orageux passant presque certainement sur Douala (ou sa région) en fin d'après-midi.

(3) Il a été exposé par ailleurs que l'opposition courant d'Est-courant d'Ouest trop prononcée fait que les deux courants se comportent comme deux fluides indépendants non miscibles. Tout se passe comme s'il existait une véritable cloison entre eux, que les courants ascendants n'arrivent pas à briser.



Carte N° I
Pluie torrentielle du 25 Novembre 1934
Isopluviométriques de 60, 80, 100 et 150 mm.

Carte N° 2
Pluie torrentielle du 15 Novembre 1936
Isopluviométriques de 60, 80, 100 et 150 mm.

Carte N° 3
Fréquence annuelle moyenne des pluies ayant fourni au moins 60 mm en 24 heures.

Carte N° 4
Fréquence annuelle moyenne des pluies ayant fourni au moins 100 mm. en 24 heures.

TABLEAU I

FRÉQUENCE ANNUELLE MOYENNE DES PLUIES TORRENTIELLES POUR 80 STATIONS TUNISIENNES. 1918 - 1937.

Stations Pluies ayant fourni au moins :	30mm	40mm	50mm	60mm	70mm	80mm	90mm	100mm
Khroumirie.								
Aïn Draham	14,65	8,25	4,90	2,75	1,65	1,15	0,90	0,55
El Feidja	8,85	5,05	2,40	1,15	0,75	0,40	0,35	0,20
Tabarka	6,20	2,90	1,40	0,45	0,25	0,15	0,15	0,05
Souk el Arba	0,85	0,35	0,10	"	"	"	"	"
Béjaoua-Mogods.								
Sedjenane	5,40	1,95	1,05	0,60	0,25	0,15	0,05	"
Béja	2,60	1,00	0,35	0,15	0,10	"	"	"
Bizerte	2,35	1,05	0,45	0,25	0,15	0,10	0,05	"
Chouiggui	1,70	0,70	0,35	0,15	0,15	0,15	0,10	0,05
Le Munchar	1,85	0,60	0,20	0,15	"	"	"	"
Tindja	1,75	0,95	0,40	0,20	0,15	0,05	"	"
Basse vallée de la Medjerdah.								
Tebourba	1,60	0,70	0,35	0,15	0,15	0,15	0,05	"
Golfe de Tunis.								
Henchir French	1,90	0,65	0,45	0,20	0,15	0,10	0,10	0,10
Tunis	2,30	0,95	0,55	0,35	0,20	0,20	0,10	0,05
Fedjet Kemaken	1,95	0,80	0,55	0,35	0,25	0,15	0,10	"
St-Cyprien	1,85	0,80	0,40	0,15	0,10	"	"	"
Bordj Chakir	1,55	0,70	0,25	0,15	0,10	0,10	0,05	"
Massicault	1,15	0,45	0,35	0,20	0,10	0,05	0,05	0,05
Cap Bon.								
Kélibia	2,45	1,05	0,50	0,40	0,30	0,05	0,05	"
Nabeul	2,75	1,40	0,75	0,55	0,40	0,30	0,15	0,15
Grombalia	2,65	1,50	0,75	0,60	0,45	0,20	0,15	0,15
Soliman	2,50	1,30	0,75	0,50	0,40	0,25	0,25	0,15
Hammamet	2,55	1,55	0,80	0,65	0,60	0,35	0,30	0,10
Dakla.								
Téboursouk	2,45	1,05	0,80	0,50	0,30	0,30	0,30	0,25
Aïn Garsa	2,30	1,10	0,40	0,15	0,15	0,15	0,10	0,05
Le Thibar	2,40	0,85	0,30	0,10	0,10	0,05	0,05	0,05
La Beauce tunisienne	1,85	1,00	0,35	0,15	0,05	0,05	"	"
Gafour	1,65	0,75	0,35	0,20	0,10	0,10	0,05	"
Montarnaud	1,55	0,60	0,45	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05
Zaouem	1,25	0,20	0,05	"	"	"	"	"
El Aroussa	1,50	0,70	0,30	0,20	0,05	0,05	"	"
Medjez el Bab	1,30	0,50	0,20	"	"	"	"	"
Hautes plaines.								
Maktar	2,30	0,75	0,35	0,15	0,05	0,05	0,05	0,05
Thala	2,15	0,80	0,45	0,30	0,15	0,15	0,15	0,15
Le Kef	2,20	0,85	0,40	0,05	0,05	0,05	0,05	"
Sakiet Sidi Youssef	1,60	0,65	0,20	"	"	"	"	"
Oued Miliane.								
Saadiah du Bargou	3,85	2,25	1,10	0,75	0,40	0,20	0,10	0,10
Moghrane	2,90	1,35	0,65	0,55	0,30	0,10	0,10	"
Djebel Djouggar	3,15	1,85	0,90	0,50	0,40	0,20	0,05	0,05
Smindja	2,75	1,25	0,45	0,10	0,05	0,05	0,05	"
Zaghouan	2,95	1,55	0,80	0,45	0,25	0,15	0,10	0,05
Val St-Pierre	2,60	1,65	0,95	0,75	0,45	0,35	0,10	0,10
Henchir Kasbatt	2,45	1,05	0,65	0,35	0,20	0,10	0,05	"
Bou Arada	1,95	0,90	0,40	0,20	0,15	0,15	0,05	"

Stations Pluies ayant fourni au moins	30mm	40mm	50mm	60mm	70mm	80mm	90mm	100mm
Enfida.								
Enfidaville	2,55	1,50	0,65	0,45	0,25	0,15	0,10	0,10
Aïn Battaria	2,35	1,50	0,90	0,60	0,25	0,25	0,15	0,05
El Kheley	2,30	1,30	0,45	0,30	0,20	0,10	0,10	0,10
Bou Ficha	2,15	1,05	0,70	0,40	0,25	0,25	0,15	0,10
Djebibina	1,75	0,80	0,30	0,20	0,10	0,05	"	"
Région de Kairouan.								
La Fauconnerie	1,75	0,70	0,25	0,10	0,05	0,05	"	"
Kairouan	1,40	0,75	0,20	0,15	0,10	0,05	0,05	"
El Haoureb	1,65	1,10	0,45	0,35	0,15	0,15	0,10	0,05
El Alem	1,60	0,65	0,35	0,20	0,15	0,10	0,10	0,05
Région de Sousse.								
Ksour Essaf	2,85	1,65	1,05	0,75	0,25	0,15	0,15	0,15
Mahdia	2,60	1,50	0,85	0,55	0,50	0,35	0,15	0,05
Akouda	2,70	1,50	1,05	0,70	0,50	0,45	0,35	0,30
Sousse	1,95	0,95	0,45	0,35	0,25	0,10	0,10	0,10
El Djem	1,70	0,75	0,30	0,25	0,10	"	"	"
Monastir	1,40	0,75	0,40	0,30	0,20	0,20	0,20	0,05
Région de Sfax.								
Sfax	1,30	0,75	0,40	0,25	0,05	0,05	0,05	"
Ben Nessim	1,35	0,65	0,45	0,25	0,15	0,05	"	"
De Nervo	1,10	0,45	0,35	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Bordj Lacroix	0,85	0,50	0,25	0,15	0,10	0,10	0,10	0,10
St-Michel	0,75	0,40	0,30	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05
Molinos	0,75	0,40	0,15	0,15	0,05	0,05	"	"
Mirabeau	0,80	0,30	0,15	0,10	0,05	"	"	"
Chahal	0,65	0,45	0,30	0,20	0,20	0,15	0,10	0,10
Dolfus	0,75	0,30	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Région de Gafsa.								
Maknassy	1,40	0,45	0,25	0,20	0,15	0,05	0,05	"
Gafsa	0,45	0,05	"	"	"	"	"	"
Région Metlaoui-Djerid.								
Tozeur	0,25	0,15	0,05	"	"	"	"	"
Metlaoui	0,25	0,10	"	"	"	"	"	"
Région de Gabès.								
Gabès	0,90	0,55	0,30	0,20	0,15	0,10	0,05	"
Arad.								
Djerba	1,20	0,90	0,55	0,40	0,25	0,25	0,15	0,05
Ben Gardane	1,25	0,70	0,55	0,50	0,30	0,10	0,10	"
Zarzis	1,05	0,45	0,25	0,20	0,10	0,05	0,05	"
Médenine	0,80	0,45	0,25	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05
Netzaoua.								
Kebili	0,50	0,20	0,20	0,20	0,05	"	"	"
Territoires du Sud.								
Matmata	2,15	1,40	1,10	0,70	0,45	0,35	0,25	0,25
Tatahouine	0,50	0,25	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05	"
Dehibat	0,50	0,15	0,10	"	"	"	"	"

TABLEAU II

FRÉQUENCE ANNUELLE DES PLUIES TORRENTIELLES POUR 103 STATIONS TUNISIENNES AYANT FONCTIONNÉ AU MOINS PENDANT 20 ANS D'APRES L'ENSEMBLE DES OBSERVATIONS.

STATIONS	Nombre d'années.	30mm	40mm	50mm	60mm	70mm	80mm	90mm	100mm
Khroumirie.									
Aïn Draham	50	13,20	7,84	4,42	2,62	1,54	0,98	0,72	0,48
El Feïdja	42	9,85	5,79	3,17	1,98	1,22	0,75	0,61	0,40
Tabouka	45	6,13	3,02	1,69	0,85	0,49	0,33	0,20	0,07
Souk el Arba	45	0,87	0,34	0,14	0,09	"	"	"	"
Béjaoua-Mogods.									
Sedjenane	23	5,57	2,22	1,18	0,70	0,31	0,22	0,09	"
Béja	38	3,40	1,70	0,60	0,23	0,20	0,06	0,06	0,06
Bizerte	47	1,92	0,98	0,58	0,37	0,24	0,16	0,10	0,04
Michaud	24	1,67	1,17	0,71	0,34	0,26	0,09	0,04	"
Chouiggui	40	1,78	0,86	0,44	0,21	0,14	0,12	0,10	0,04
Le Munchar	33	1,61	0,64	0,31	0,22	0,10	0,07	0,03	0,03
Tindja	32	1,53	0,94	0,41	0,25	0,19	0,10	0,03	0,03
Basse vallée de la Medjerdah.									
Porto-Farina	23	1,78	0,74	0,44	0,31	0,27	0,18	0,14	0,09
Mobtouha St.Victor	36	1,80	0,80	0,50	0,28	0,09	0,09	0,06	0,03
Selma	32	1,72	0,82	0,54	0,45	0,26	0,17	0,17	0,12
Sidi Tabet	26	1,58	0,85	0,39	0,20	0,16	0,12	0,04	"
Tebourba	35	1,32	0,60	0,34	0,14	0,08	0,05	0,05	0,03
Golfe de Tunis.									
Henchir French	26	2,04	0,77	0,46	0,23	0,15	0,12	0,12	0,12
Tunis	55	1,81	0,71	0,38	0,27	0,16	0,14	0,09	0,04
Fedjet Kemaken	30	1,93	0,93	0,56	0,39	0,26	0,19	0,16	0,03
St. Cyprien	34	1,68	0,86	0,42	0,18	0,15	0,09	0,03	0,03
Bordj Chakir	31	1,65	0,81	0,29	0,16	0,06	0,06	0,03	"
Massicault	24	1,38	0,59	0,42	0,21	0,13	0,08	0,08	0,08
Cap Bon.									
Kélibia	41	2,70	1,23	0,74	0,60	0,31	0,14	0,12	0,04
Nabeul	23	2,70	1,40	0,71	0,54	0,41	0,32	0,19	0,15
Grombalia	39	2,52	1,44	0,72	0,52	0,39	0,21	0,18	0,15
Soliman	36	2,48	1,40	0,87	0,57	0,35	0,24	0,19	0,12
Hammamet	34	2,09	1,39	0,71	0,57	0,54	0,40	0,31	0,15
Dakla.									
Téboursouk	37	2,38	1,05	0,67	0,43	0,20	0,18	0,16	0,12
Aïn Garsa	25	2,32	1,04	0,44	0,20	0,20	0,20	0,12	0,08
Le Thibar	32	2,20	0,76	0,32	0,16	0,13	0,07	0,03	0,03
Le Goubellat	27	2,82	1,78	1,22	0,74	0,44	0,40	0,14	0,04
Beauce tunisienne	25	1,72	0,96	0,36	0,12	0,04	0,04	"	"
Gafour	31	1,68	0,90	0,48	0,29	0,13	0,13	0,10	0,03
Montarnaud	24	1,63	0,63	0,38	0,09	0,04	0,04	0,04	0,04
Zaouem	34	1,47	0,38	0,15	0,06	"	"	"	"
El Aroussa	28	1,47	0,83	0,47	0,22	0,11	0,07	0,04	0,04
Medjez el Bab	38	1,35	0,69	0,32	0,14	0,12	0,05	"	"
Hautes Plaines.									
Maktar	39	2,32	0,78	0,37	0,14	0,07	0,03	0,03	0,03
Thala	38	2,03	1,03	0,61	0,38	0,12	0,08	0,08	0,08
Le Ksour	23	2,00	0,78	0,26	0,09	"	"	"	"
Djilma	21	1,86	1,00	0,29	0,24	0,10	0,05	0,05	0,05
Le Kef	47	1,83	0,79	0,43	0,14	0,10	0,08	0,06	0,02
Sakiet Sidi Youssef	26	1,65	0,69	0,23	0,08	0,08	"	"	"
Kalaa Djerda	22	1,55	0,50	0,23	0,23	0,05	"	"	"
Sbeïtla	25	1,68	0,64	0,40	0,28	0,20	0,12	0,04	"
Lorbeuss	23	1,87	0,57	0,44	0,27	0,18	0,18	0,14	0,08
Feriana	25	0,80	0,28	0,08	"	"	"	"	"
Oued Miliane.									
Saadiah du Bargou	31	3,84	2,07	1,10	0,68	0,39	0,16	0,09	0,09
Moghrane	28	3,30	1,66	0,95	0,70	0,38	0,20	0,16	0,08
Djebel Mansour	27	3,05	1,68	1,01	0,46	0,35	0,20	0,08	0,08
Sodga	23	2,66	1,40	0,98	0,68	0,42	0,20	0,16	0,16
Djebel Djouggar	35	2,88	1,70	0,87	0,47	0,27	0,16	0,06	0,06
Smîndja	24	2,80	1,30	0,55	0,13	0,09	0,04	0,04	"
Zaghouan	40	2,70	1,55	0,88	0,58	0,41	0,29	0,19	0,09
Oued Miliane (suite)									
Bou Remada	27	2,82	1,78	1,22	0,74	0,44	0,40	0,14	0,04
Loukanda	25	2,93	2,09	1,05	0,69	0,37	0,25	0,25	0,08
Val St. Pierre	30	2,50	1,70	1,03	0,76	0,53	0,43	0,26	0,19
Bir M'Cherga	21	1,90	1,00	0,57	0,24	0,10	0,05	0,05	0,05
Henchir Kasbatt	30	2,10	1,07	0,60	0,33	0,16	0,09	0,06	0,03
Aïn el Asker	36	1,95	0,92	0,53	0,39	0,34	0,15	0,07	0,03
Bou Arada	30	1,57	0,77	0,40	0,23	0,20	0,13	0,06	0,03
Beaucastel	24	1,08	0,62	0,41	0,29	0,17	0,17	0,08	0,08
Enfida.									
Enfidaville	27	2,78	1,71	0,78	0,52	0,30	0,19	0,15	0,11
Ain Battaria	23	2,56	1,52	0,95	0,69	0,39	0,26	0,17	0,04
El Kheley	27	2,26	1,45	0,49	0,30	0,19	0,12	0,12	0,07
Bon Ficha	27	2,19	1,19	0,75	0,42	0,23	0,19	0,12	0,07
Djebibina	24	1,50	0,83	0,29	0,17	0,04	"	"	"
Région de Kairouan.									
Hadjeb el Aïoun	21	1,76	0,85	0,52	0,43	0,38	0,29	0,29	0,19
La Fan conveni	27	1,63	0,78	0,34	0,15	0,08	0,08	0,04	0,04
Kairouan	42	1,52	0,98	0,41	0,24	0,17	0,08	0,05	"
El Haoureb	23	1,66	1,01	0,44	0,35	0,18	0,18	0,09	0,04
El Alem	23	1,17	0,66	0,31	0,18	0,14	0,10	0,10	0,04
Guémonda	28	0,89	0,43	0,18	0,11	0,04	0,04	"	"
Région de Sousse.									
Ksour Essaf	24	2,63	1,51	0,93	0,68	0,30	0,22	0,18	0,18
Mahdia	23	2,74	1,70	0,96	0,61	0,52	0,39	0,22	0,13
Akonda	27	2,43	1,31	0,90	0,60	0,45	0,41	0,34	0,30
Sousse	54	1,65	0,94	0,51	0,34	0,23	0,16	0,09	0,08
El Djem	38	1,47	0,71	0,37	0,24	0,11	0,03	"	"
Monastir	23	1,39	0,82	0,47	0,30	0,21	0,21	0,17	0,04
Région de Sfax.									
Sfax	42	1,31	0,69	0,40	0,26	0,09	0,07	0,05	0,02
Ben Nessim	24	1,34	0,64	0,43	0,26	0,18	0,10	0,04	0,04
De Nervo	23	1,04	0,47	0,34	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Bordj Lacroix	22	0,91	0,55	0,32	0,27	0,18	0,14	0,14	0,14
St. Michel	23	0,78	0,43	0,34	0,12	0,12	0,12	0,12	0,09
Molinos	22	0,82	0,50	0,23	0,23	0,09	0,09	"	"
Mirabeau	21	0,86	0,34	0,20	0,15	0,10	0,05	0,05	0,05
Chahal	23	0,70	0,48	0,35	0,22	0,18	0,18	0,13	0,13
Dolfus	23	0,78	0,39	0,30	0,17	0,13	0,13	0,13	0,13
Région de Gafsa.									
Maknassy	26	1,27	0,46	0,23	0,19	0,15	0,07	0,07	0,04
Gafsa	43	0,42	0,14	0,05	0,05	0,02	"	"	"
Région Metlaoui-Djerid.									
Tabeditt	22	0,58	0,35	0,17	0,13	0,09	0,04	0,04	0,04
Tozeur	26	0,42	0,27	0,11	"	"	"	"	"
Redeyet	25	0,40	0,20	0,08	"	"	"	"	"
Metlaoui	32	0,33	0,21	0,03	0,03	"	"	"	"
Région de Gabès.									
Gabès	43	1,02	0,65	0,35	0,21	0,14	0,09	0,07	0,05
Arad.									
Djerba	38	1,21	0,82	0,50	0,34	0,18	0,15	0,10	0,03
Ben Gardane	35	1,14	0,72	0,41	0,38	0,24	0,10	0,08	"
Zarzis	27	1,11	0,55	0,29	0,22	0,15	0,08	0,04	0,04
Médenine	35	0,60	0,34	0,20	0,11	0,05	0,03	0,03	0,03
Nefzaoua.									
Kébili	26	0,54	0,23	0,11	0,04	"	"	"	"
Territoires du Sud.									
Matmata	35	1,63	1,07	0,78	0,52	0,38	0,29	0,18	0,18
Tatahouine	36	0,47	0,25	0,11	0,08	0,08	0,05	0,03	"
Dehibat	28	0,39	0,14	0,07	"	"	"	"	"

TABLEAU III

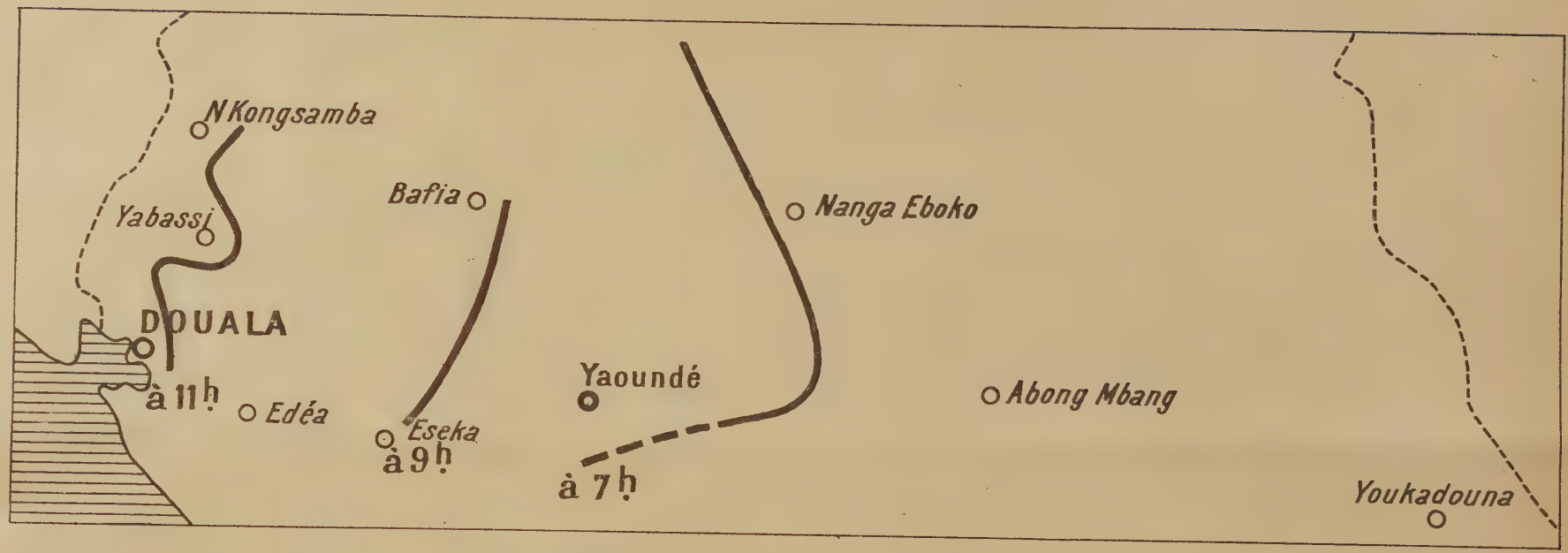
MAXIMUMS DES CHUTES DE PLUIE EN 24 H. OBSERVÉS EN TUNISIE.

	mm.		mm.
Khalled	231,0	Enfidaville	126,5
El Feïdja	224,0	Bizerte	125,0
Val St-Pierre	217,0	Porto-Farina	125,0
Moghrane	201,3	Béja	124,0
St-Michel du Sud	198,5	Le Kef	124,0
Lorbeuss	197,0	Djerba	122,0
Massicault	189,3	Djebel Mansour	122,0
Hammamet	188,0	Mahdia	122,0
Tabarka	187,0	Bou Arada	121,2
Bordj Lacroix	183,9	Montarnaud	121,0
Bou Remada	181,0	Djebel Djouggar	120,0
M'Raïssa	175,0	Le Munchar	120,0
Teboulba Bonne Veine	175,0	Loukanda	120,0
Aïn Draham	171,0	Beaucastel	119,0
Chahal	165,0	Bou Ficha	118,3
De Nervo	162,5	El Kheley	118,0
Grombalia	162,4	Akouda	117,5
St. Michel	160,8	Tabeditt	110,0
Matmata	160,0	Sfax	110,0
Soliman	156,7	Le Thibar	108,5
Médenine	156,0	Gafour	108,0
Korbous	156,0	Aïn Garsa	107,0
Sousse	155,0	El Alem	103,9
Henchir French	154,5	Monastir	103,5
Tindja	150,3	Gabès	103,5
Djilma	150,0	Aïn el Asker	102,0
Téboursouk	150,0	Le Goubellat	100,0
Hadjeb el Aïoun	148,2	Ben Gardane	99,0
Chouiggui	147,7	Sidi Tabet	98,5
Henchir Kasbatt	145,5	Tatahouine	98,0
Fedjet Kemaken	145,0	Bordj Chakir	97,4
Mirabeau	144,6	Sedjenane	97,0
Dolfus	143,2	Michaud	93,7
Souk el Djemaa	142,0	Kairouan	92,8
Sodga	141,0	Smindja	90,5
Ksour Essaf	140,8	Sbeïtla	90,0
St. Cyprien	139,0	Guemouda	89,0
Saadiah du Bargou	138,0	Beauce tunisienne	84,0
Maknassy	138,0	Molinos	82,0
La Fauconnerie	137,0	El Djem	81,9
Kélibia	135,5	Medjez el Bab	80,0
Ben Nessim	135,0	Kebili	77,0
El Aroussa	134,3	Kalaa Djerda	76,5
Aïn Battaria	132,5	Gafsa	76,0
Maktar	132,0	Sakiet Sidi Youssef	72,3
Mabtouha St.Victor	131,2	Djebibina	72,0
Nabeul	131,0	Zaouem	67,0
Zarzis	130,0	Le Ksour	66,0
El Haoureb	130,0	Souk el Arba	65,0
Thala	130,0	Metlaoui	64,0
Selma	128,6	Dehibat	58,0
Tebourba	128,5	Tozeur	55,0
Tunis	127,5	Redeyef	52,0
Zaghouan	127,1	Feriana	50,0
Bir M'Cherga	127,0		

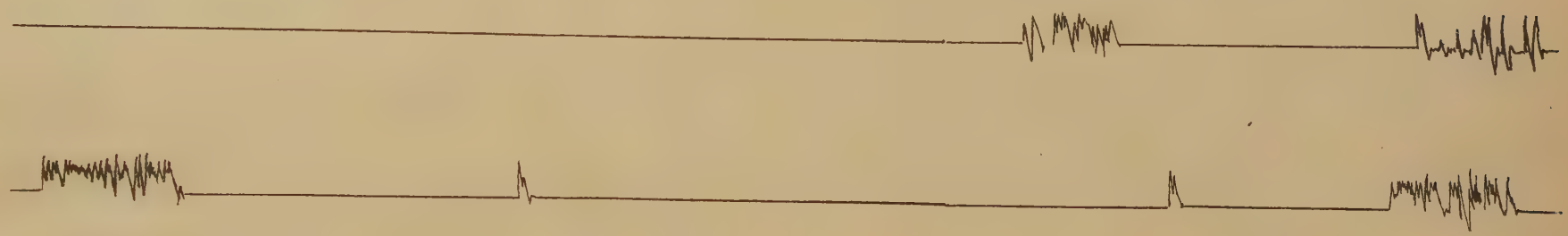
TABLEAU IV

CALCUL DE LA FRÉQUENCE MOYENNE ANNUELLE DES PLUIES D'AU MOINS 100, 80 et 60 mm. D'APRÈS LES FORMULES.

Stations	Fréquences pour: 100	80	60
Souk El Arba	0,004	0,02	
Sedjenane	0,04		
Michaud	0,02		
Sidi Tabet	0,02		
Bordj Chakir	0,02		
Beauce tunisienne	0,002		
Zaouem	0,00008	0,007	
Medjez el Bab	0,01		
Le Ksour	0,001	0,01	
Sakiet Sidi Youssef	0,008	0,04	
Kalaa Djerda	0,004	0,08	
Sbeïtla	0,02		
Feriana	0,0002	0,002	0,02
Smindja	0,02		
Djebibina	0,003	0,02	
Kairouan	0,03		
Guémouda	0,01		
El Djem	0,006		
Molinos	0,04		
Gafsa	0,002	0,009	
Tozeur	0,004	0,01	0,06
Redeyef	0,001	0,007	0,04
Metlaoui	0,001	0,006	
Ben Gardane	0,05		
Kebili	0,006	0,02	
Tatahouine	0,02		
Dehibat	0,001	0,005	0,03



Positions successives d'une ligne de grain orageux au Cameroun à 7, 9 et II heures légales, le IO Novembre I938



Parasites atmosphériques enregistrés en une minute environ, à Yaoundé le IO novembre I936 à 7 heures légales.

TABLEAU RÉSUMANT LES RAPPORTS ENTRE :

LES FORMES NUAGEUSES
ET LES ETATS DU CIEL.

Etat du Ciel inférieur.		NUAGES.	Etat du Ciel supérieur et moyen. Ciel Stratiforme matinal.	Ciel Cumuliforme de beau temps.	Ciel Pré-Orageux.	Ciel Orageux.	Ciel de traine.	Ciel de mousson typique.	Ciel de mousson atténué.
		Cirrus ou Cirro-Stratus.	◪	▣	▣		▣		▣
		Cirrus ou Cirro-Stratus envahissant le ciel. (souvent sous forme d'enclume)			◪ →	■ →			
		Alto-Cumulus organisés - (en nappes.)	◪	▣		RARE. (détachés d'un CE)			
		Alto-Cumulus à plusieurs niveaux. (aspect chaotique)					◪		
		Alto-Cumulus et Alto-Stratus associés. (Alto-Stratus désorganisé)					◪		◪
		Nimbo-Stratus.					◪ ● ou ⚲	■ ●	▣ ⚲
	Convection. Forte.	Cumulo-Nimbus. (à enclume)				◪ ⚡ γ ●			RARE.
	Convection. Forte.	Cumulus de mauvais temps.							◪ ⚡
	Convection. Forte.	Gros Cumulus sans enclume.		═ ▣	═ ◪				
	Convection. Modérée.	Cumulus de beau temps.		◪	◪				
	Turbulence. Stratiforme.	Stratus ou Strato-Cumulus.	═ ■ ⚲						
	Turbulence. Amorphe.	Fracto-Nimbus.				▣ ●	▣ ● ou ⚲	◪ ●	▣ ⚡

Rare.
Ciels compatibles.

LÉGENDE:

▣ Nébulosité faible ou moyenne.
◪ " variable.
■ " forte ou totale.

Successions.

● Pluie.
⚲ Bruine.
⚡ Averses.
⚡ Orage.
γ Grain.
═ Brouillard.
═ Brume d'altitude.

Gouvern^t Général.	Colonie, Territoire, etc	Station météorologique	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
A.E.F.		Bangui	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Bouca	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Brazzaville	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Fada	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Faya	■	■	—	·	·	·	·	·	—	—	—	—
		Fort-Lamy	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Impfondo	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Libreville	—	—	—	—	·	·	—	—	—	—	—	—
		Pointe-Noire	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
A.O.F.	Côte d'Ivoire	Abidjan	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Bouaké	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Ouagadougou	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	Dahomey	Cotonou	—	—	—	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	Dakar	Dakar	—	—	—	—	—	·	·	·	·	·	—	—
	Guinée Fse.	Conakry	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Kouroussa	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Mamou	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	Mauritanie	P^t Etienne	—	—	■	■	■	■	■	■	■	■	■	—
	Niger	Agadez	■	■	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Bilma	—	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Niamey	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		N'Guigmi	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Tillabéry	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Zinder	—	—	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	Sénégal	St-Louis	—	—	—	—	—	—	·	·	—	—	—	—
		Tambacounda	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Ziguinchor	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	Soudan	Bamako	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Gao	·	—	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Kayes	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Mopti	—	—	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Néma	—	—	—	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	Cameroun	Abong Mbang	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Bafia	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Douala	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Ebolowa	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Èdea	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Garoua	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		N'Kongsamba	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Yaoundé	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Yokadouma	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
MADAGASCAR	Madagascar	Antalaha	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Diégo-Suarez	—	—	■	■	■	■	■	■	■	■	■	—
		Dzaoudzi	·	·	·	·	·	—	—	—	—	·	·	·
		Fianarantsoa	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		F^t Dauphin	■	■	■	■	—	—	—	■	■	■	■	■
		Majunga	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Mananjary	—	·	·	·	·	·	·	·	—	—	—	—
		Morondava	—	·	·	·	·	·	·	·	·	—	—	—
		Tamatave	■	—	—	—	■	■	■	—	■	—	—	—
		Tananarive	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Tuléar	·	·	·	·	·	·	·	·	·	—	—	—
	Réunion	St-Denis	·	·	·	—	·	—	—	·	—	—	—	·
	Somalis	Djibouti	—	—	·	·	·	·	—	—	—	·	—	—
	Togo	Lomé	·	—	—	·	·	·	—	—	—	—	—	—
	Guyane	Cayenne	·	·	·	·	—	·	·	·	·	·	·	·
		St-Laurent	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	Martinique	Fort-de-France	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Morne-des-Cadets	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	St-Pierre & Miquelon	St-Pierre	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
INDOCHINE	Annam	Dalat	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Dong-Hoi	—	·	·	·	·	·	·	·	·	·	—	—
		Hué	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Nha-Trang	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Padaran	■	■	■	—	■	—	■	■	■	■	■	■
		Phan-Thiet	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Pleiku	—	—	—	·	·	·	·	·	·	·	·	—
		Qui-Nhon	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Than-Hoa	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Tourane	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Vinh	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	Cambodge	Battambang	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	Cochinchine	Cap St-Jacques	■	—	■	■	■	—	■	■	■	—	■	■
		Saïgon	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	Laos	Kratié	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Laksao	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Paksane	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	—
		Paksé	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Pnom Penh	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Thakket	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Vientiane	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	Tonkin	Hanoï	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Lao-Kay	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Phu-Lien	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	N^elle Calédonie	Nouméa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Océanie	Atuona	—	—	·	·	·	·	·	·	·	—	—	—
		Faiere	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Rikitea	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
		Tubuai	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·

Par contre, les Cumulus sont le siège de précipitations abondantes, de longue durée.

4° Le code de Copenhague ne fournit que le chiffre $C_L = 2$ (1) pour désigner les nuages résultant de la cumulification du voile de Stratus courant le matin, tant en zone maritime que continentale ; nuages qui, en général, n'ont guère de sens au point de vue de la prévision. Seule la rapidité plus ou moins grande de la cumulification peut déceler l'importance des courants ascendants.

Cumulonimbus ($C_L = 3$) ($C_N = 9$). Les Cumulonimbus sont essentiellement des nuages orageux. A l'état complet : avec enclume cirreuse et « rouleau » de nuages bas, dénotant la violence des poussées internes ($C_H = 3$, $C_L = 9$) il y a, en outre, présomption de grains et de précipitations de forte intensité.

Dans le cas de Cumulonimbus à base cumuliforme il y a au moins manifestations électriques plus ou moins lointaines (éclairs dans la masse et tonnerre).

Un aspect particulier de cette forme nuageuse sont les Cumulonimbus isolés matinaux (à l'aube). Leur interprétation sera différente suivant les régions : *a*) en zone maritime, où on les trouve fréquemment au voisinage de la côte au début et à la fin de la saison des pluies, ils se résorbent sur place ou se disloquent très rapidement dès que la température augmente un peu, après quelques manifestations orageuses rares ; *b*) en zone continentale (Yaoundé) ils aboutissent presque toujours à un orage en fin de matinée ou tout au moins à des manifestations électriques.

Nuages moyens

Les *Altostratus*. L'Altostratus typique mince, ($C_M = 1$) est assez rare et ne semble pas avoir de signification bien précise au point de vue prévision.

L'Altostratus typique épais ($C_M = 2$), s'il ne suit pas un grain, annonce, vu à l'horizon, une pluie plus ou moins dense mais sans coup de vent.

Sa présence sous forme de Nimbostratus est fréquente à la suite d'un grain où il est, au début, associé à des Fractonimbus (2) : pluie continue forte ou modérée d'abord, puis plus faible.

Les *Altocumulus*. On peut distinguer dans ce genre :

1° L'Altocumulus provenant de l'étalement des sommets des Cumulus, ($C_M = 6$).

a) S'il provient effectivement des sommets, et si cet étalement est généralisé à la majeure partie des Cumulus existants : conditions défavorables à l'existence de courants ascendants très développés en altitude.

b) S'il est constitué par un étalement des parties bourgeonnantes d'un Cumulus puissant ou d'un Cumulonimbus : dénote l'existence de surpressions internes (qui sont d'ailleurs souvent décélables par la formation préalable mais pas nécessaire d'une enclume cirreuse au plus haut sommet du Cumulonimbus). Ici encore l'étalement des couches nuageuses provient de la dfficulté qu'éprouvent les courants ascendants à se propager en altitude, mais cette fois il y a possibilité de surpressions dans les parties basses du Cumulonimbus et par suite de grain au sol.

2° L'Altocumulus à plusieurs niveaux, généralement associé avec des voilés fibreux ($C_M = 9$).

Ciel typique de traine ou de marge postérieure d'un système orageux (Cumulonimbus très importants ou en groupe), N' est souvent observable qu'au travers des trous du Nimbostratus de traine.

C'est un signe de retour au beau temps, ou tout au moins à la situation existant avant le passage orageux.

3° L'Altocumulus lenticulaire ($C_M = 4$).

Son interprétation est difficile. Il peut être formé des derniers débris soit de $C_M = 9$, soit de $C_M = 3, 5$ ou 7 et confirmerait ainsi les pronostics basés sur l'observation de ces nuages antérieurs dans le temps pronostics opposés du reste dans les deux cas.

4° l'Altocumulus castellatus ($C_M = 8$) est assez rarement observable au Cameroun méridional sous sa forme théorique.

Toutefois on peut rattacher à cette espèce les débris de Cumulus bourgeonnants désagrégés que l'on observe fréquemment en fin d'après-midi quand la saison orageuse n'est pas encore établie. L'existence de ces débris implique : beau temps stable.

5° L'Altocumulus en nappe étendue ($C_M = 3, 5$ ou 7).

Une couche complète (7 à 8/10) d'Altocumulus est très souvent observable le matin quand le voile inférieur stratiforme n'est pas compact. Dans des

(1) On peut chiffrer aussi, mais improprement, $C_L = 8$.

(2) Cette forme nuageuse est bien distincte de par son mode de passage du Nimbostratus des régions tempérées qui caractérise le ciel central d'une perturbation. Toutefois, on observe à Yaoundé en petite saison sèche ou à la fin de cette saison, des Nimbostratus indépendants des systèmes orageux visibles ou même existants et assez proches, au point de vue forme, des nuages des systèmes dépressionnaires d'Europe. Ces Nimbostratus donnent des pluies faibles continues ou des bruines et semblent les derniers débris des nuages de mousson donnant les fortes précipitations du mois d'août à Douala.

conditions favorables une troisième nappe plus ou moins stratifiée (Cirrus ou Cirrostratus) est visible au-dessus de l'Altocumulus.

Par temps clair et calme la couche d'Altocumulus se forme fréquemment vers 22-24 heures et persiste toute la nuit.

De telles nappes matinales d'Altocumulus semblent indiquer l'existence d'inversions. A chaque zone d'inversion correspondrait une couche nuageuse : Stratocumulus ; une ou plusieurs nappes d'Altocumulus et enfin Cirrostratus. Leurformation est facilitée du fait :

des courants aériens très individualisés ;

de la nébulosité faible ou nulle au début de la nuit ;

du rayonnement considérable des terres qui ont été surchauffées pendant le jour.

Ces inversions n'empêchent pas évidemment la production de courants ascendants dès les premières heures du jour quand la température commence à remonter, mais tout au moins en retardent les effets. Il faut d'abord que les courants ascendants comblent les inversions (1), faisant disparaître en même temps les couches nuageuses qui y correspondent et en particulier les Altocumulus (dont l'altitude les situe justement au centre de la zone d'action des courants ascendants). Ensuite seulement se produisent les bourgeonnements puissants de Cumulus (1).

Les Altocumulus matinaux (sous réserve bien entendu que leur nébulosité partielle soit assez forte pour qu'ils constituent un caractère dominant du ciel) permettraient ainsi de décéler l'importance des courants ascendants non pas quand leur présence est constatée, mais plutôt quand on observe leur disparition (2).

Nuages supérieurs

Cirrocumulus ($C_H = 9$). On peut faire au sujet des Cirrocumulus les mêmes remarques que pour les Altocumulus dont ils ne sont qu'une réplique élevée. Toutefois, les conclusions ne pourront être aussi nettes du fait même de leur grande altitude.

Les *Cirrostratus*. Lorsque le Cirrostratus a tendance à envahir progressivement le ciel et à devenir plus opaque, c'est un indice d'approche d'orage.

Dans les autres cas il n'apparaît pas de signification bien nette ; cependant le voile uniforme de Cirrostratus est souvent caractéristique d'une traine de système orageux.

Les *Cirrus*. Les Cirrus en panaches (Cirrus d'enclume ($C_H = 3$), peuvent soit coexister avec des Cumulo-Nimbus, soit constituer les débris d'anciennes enclumes, soit enfin précéder des Cumulonimbus orageux non encore visibles.

D'une façon générale en saison de pluie l'augmentation de la nébulosité partielle des Cirrus ou l'augmentation de leur densité est un signe presque constant de l'approche d'un orage.

2° Les états du ciel

Les états du ciel correspondant aux systèmes dépressionnaires des régions tempérées ne sont pas observables au Cameroun. Il n'existe pas en général de grands systèmes nuageux sauf parfois en période de mousson ou lors de passage de lignes de grains orageux d'origine orientale lointaine.

Les ciels observables se succèdent très vite dans le temps, ils sont très nettement fonction d'une variation diurne et d'une variation saisonnière et leur complexité (1) jointe à ces particularités en rend la

(1) La non-homogénéité des courants ascendants fait que les inversions se comblent par places. D'où la possibilité d'Altocumulus désorganisés et de Cumulus puissants coexistant dans un même ciel, mais non superposés.

(2) Voici 3 exemples où l'interprétation des Altocumulus conduisait à des conclusions particulièrement nettes :

a) *Yaoundé*, 25-2-37

A 7 h. Nappe 10/10e d'Altocumulus $C_M = 3$, disparaissant après 8 h., mais laissant subsister des Cirrus formant une nappe discontinue, mais ayant tendance à se souder en Cirrostratus. A 11 h., apparition de Cumulus de beau temps (2/10) se développant rapidement en altitude. A 13.55 h., tonnerre, puis averses orageuses à 14.25 h. et 17.25 h.

b) *Douala*, 17-3-37

A 10 h., 4/10 de Cumulus très puissants (notés jusqu'à 5.000 m.). A 11 h., début de formation sur place d'une nappe d'Altocumulus (traces). De 11 à 12 h., affaissement jusqu'à 1.500 m. des sommets de Cumulus dont la nébulosité partielle décroît rapidement (2/10 à 12 h.). En même temps la nappe d'Altocumulus s'étend (3/10 à 12 h.). Elle atteint une nébulosité de 9/10 à 14-15 h., alors qu'on ne note plus que des traces de Cumulus.

Localement toute formation cumuliforme est donc devenue impossible.

Toutefois un grain orageux passera sur Douala à 17.30 h. ; il est d'origine lointaine et peut sans doute être considéré comme un des derniers éléments d'une ligne de grains passée à Yaoundé le même jour vers 7 h.

c) *Douala*, 26-3-37

Un orage est passé de nuit sur Douala et laisse subsister vers 7-8 h. des débris d'Altocumulus $C_M = 9$ qui s'organisent ensuite à 10 h., 11 h., 5 à 6/10 d'Altocumulus en nappe unique occupent le ciel moyen (traces de Cirrostratus dans le ciel supérieur). Les Cumulus du ciel inférieur sont petits, peu développés en altitude (1.000 à 1.200 m.) et rares (1/10). Vers 11.30 h., les Altocumulus se résorbent sur place (nébulosité partielle nulle à midi) en même temps que les Cumulus se gonflent rapidement : 8/10 à midi atteignant 3.000 m. environ. A 14.30 h., un grain violent passe sur la station.

(1) Il arrive souvent, par exemple, que deux ciels de caractères absolument différents se juxtaposent.

classification difficile et peut-être un peu vaine.

Il semble toutefois que l'on puisse faire une discrimination entre les états du ciel suivants ; cette liste ne tendant nullement à être complète et non sujette à révision. Elle constitue simplement une ébauche de la question (voir le tableau p. 19).

a) Ciel stratiforme matinal (1).

Il est caractérisé par plusieurs couches nuageuses étalées et superposées. La nature de ces couches a été étudiée plus haut en détail aux articles relatifs aux Stratus, Stratocumulus et Altocumulus.

Fréquent aux premières heures de la journée, en toutes saisons et sur l'ensemble du Territoire il est normalement accompagné de brouillard (continu ou par bancs) d'où proviennent souvent les Stratus bas, et peut donner, notamment en saison de pluies, des précipitations sous forme de bruine.

L'existence de cet état du ciel n'est pas compatible avec celle d'autres états.

b) Ciel cumuliforme de beau temps.

L'élément nuageux essentiel en est le Cumulus à ses stades d'évolution inférieurs par convection faible ou modéré. Des Cirrus et des Altocumulus peu abondants l'accompagnent fréquemment.

Cet état du ciel est le ciel normal en l'absence de perturbations, qu'elles soient de nature orageuse ou proviennent de la mousson. Il subit très fortement la variation diurne.

Ce ciel, qui s'établit spontanément, peut exister conjointement avec l'un des ciels suivants : pré-orageux, orageux ou, beaucoup plus rarement, ciel de mousson atténué.

c) Ciel pré-orageux.

Il n'est qu'un état intermédiaire de durée généralement courte et de limites assez mal définies entre le ciel cumuliforme de beau temps et le ciel orageux. Il s'observe de la façon la plus nette en avant des perturbations orageuses importantes d'origine lointaine.

Les Cirrus ou Cirrostratus envahissant le ciel et s'épaississant en sont les nuages essentiels. Ces Cirrus sont formés des têtes d'enclume de Cumulonimbus, très développées et soudées ensemble.

La prévision d'orage ultérieur découlant de l'observation d'un tel ciel peut être erronée : cas d'un passage important de Cirrus épais provenant effectivement d'enclumes mais dont les Cumulonimbus d'origine se sont prématurément résorbés. C'est un des points où l'écoute des parasites atmosphériques peut apporter une aide précieuse en levant l'indétermination au sujet des masses nuageuses à venir.

d) Ciel orageux.

C'est un ciel à Cumulonimbus ayant atteint leur développement complet. On note des manifestations électriques, des grains au sol, des précipitations sous forme de pluie abondante.

Cet état du ciel peut succéder directement à un ciel cumuliforme de beau temps (cas de Cumulonimbus isolés d'origine locale) ou être précédé d'un ciel pré-orageux. Un ciel de traine lui succède toujours.

e) Ciel de traine.

Il suit immédiatement les centres orageux et se présente successivement sous la forme d'un Nimbostratus d'épaisseur décroissante faisant la transition avec le ciel précédent, puis d'Altocumulus à plusieurs niveaux associés avec des voiles fibreux (aspect chaotique).

Pluie continue et bruine ensuite sont notées au début du passage ; les manifestations électriques ont cessé ou sont rares et lointaines.

f) Ciel de mousson typique.

C'est un état particulier à la zone maritime en été et, moins fréquemment, aux régions limitrophes. Il est caractéristique de mauvais temps et de précipitations abondantes de longue durée.

Constitué par un Nimbostratus épais (1) de nébulosité presque toujours totale, sa formation sur place n'a pas été observée ; il est amené par le vent d'Ouest qui parfois en entraîne les derniers débris loin à l'intérieur (Yaoundé).

Les fortes pluies des mois de juillet, août et septembre dans la région de Douala lui sont attribuables.

Les manifestations orageuses y sont très rares.

g) Ciel de mousson atténué.

Il est le résultat de l'action solaire diurne sur le ciel de mousson typique. La désagrégation partielle des masses nuageuses en fin de journée permet d'en observer les parties supérieures.

Les gros Cumulus à base nimbiforme ainsi que l'association Altostratus prédominants et Altocumu-

(1) Les désignations indiquées, parfois semblables à celles en usage en Europe ne doivent pas faire illusion et porter à croire que l'on se trouve en présence de situations identiques. Elles ne sont utilisées que pour les commodités de l'exposé et à défaut d'autres termes simples

(1) Ce Nimbostratus paraît être le résultat de l'étalement des parties basses de gros cumulus de mauvais temps presque jointifs, les précipitations accentuant l'effet de nivellement par la base.

lus dus à la fragmentation du Nimbostratus antérieur, sont les nuages caractéristiques de ce ciel.

Les précipitations restent localisées par places et sont intermittentes : averses ou simplement ondées. Pas de manifestations électriques.

Cet état du ciel succède normalement au ciel de mousson typique. Il peut s'y superposer, mais rarement, un ciel cumuliforme de beau temps.

Dans le tableau de la page 19 on a cherché à mettre en évidence les rapports existant entre les formes nuageuses observées et les états du ciel : seules ont été notées les formes les plus importantes : d'autres peuvent coexister à l'état de traces.

B) La couverture latérale

Il a été écrit à diverses reprises que les grains en Afrique Occidentale Française se propagent de l'Est vers l'Ouest avec une vitesse qui est de l'ordre de 60 km/h. Dans la région de Bangui (1) 62 % des grains seraient en provenance du secteur Est (NE à SE). Cette proportion semble largement atteinte ou dépassée dans le Sud-Cameroun (voir la carte p. 18). Dans ce pays, comme en A. O. F., on peut distinguer deux sortes de grains (2).

1° Les grains d'origine lointaine surgissant à tous moment. *Ces grains proviennent du secteur Est* en presque totalité. Ce sont les plus dangereux. Ils sont en général extrêmement violents (3). En outre la ligne de grains semble avoir, autant qu'il est possible d'en reconstituer le tracé, une allure souvent très capricieuse et une envergure considérable. La carte de la page 18 est particulièrement significative à cet égard.

La vitesse de déplacement de ces grains, assez fortement influencée par le relief, varie dans d'assez fortes proportions : elles est, en moyenne, un peu inférieure à 60 km/h (54 km entre Yaoundé et Douala pour le grain suivi sur la carte de la page 18).

2° Les grains se formant sur place presque chaque après-midi en donnant parfois des orages locaux. Ces orages locaux semblent moins dangereux pour l'aviateur parce que, en général, ils affectent un diamètre plus restreint. Ils paraissent prendre naissance un peu dans toutes les directions (1). Mais il est remarquable, pour Yaoundé au moins, que les nuages orageux se formant dans le secteur Ouest, ou bien ne donnent ni survente ni précipitation appréciables sur la ville, ou bien semble la tourner soit par le Sud soit par le Nord et ne donnant de grain (d'origine Est en fin de compte), que 3 ou 4 heures plus tard. Quelqu'en soit le mécanisme d'ailleurs, la prévision de ces grains, que nous appelons grains de variation diurne, relève essentiellement de l'observation des masses nuageuses et, dans une certaine mesure, de l'étude des parasites atmosphériques. Il convient toutefois de noter que les noyaux orageux dont la formation est constatée l'après-midi dans la région de Yaoundé sont susceptibles de se souder et de donner des lignes de grains continues dangereuses capables d'affecter la région de Douala au début de la soirée ou dans la nuit.

La connaissance du temps à Yaoundé constitue donc, dans tous les cas, un facteur essentiel de la prévision de Douala. On peut en dire autant pour la prévision de Yaoundé de la connaissance du temps à l'Est de cette station.

En somme la prévision des grains dans une certaine région repose essentiellement sur la signalisation rapide des grains existant à l'Est de cette localité ou mieux sur la tendance du temps à l'Est de cette localité. Aussi chacune des stations principales de Yaoundé et Douala ont elles pris la précaution de se couvrir dans l'Est par un réseau de stations ou de postes avertisseurs secondaires :

Douala : stations de 2e ordre de Yabassi, Edéa, Ebolowa, station principale de Yaoundé.

Yaoundé : stations de 1re ordre de Batouri ; stations de 2e ordre d'Abong-Mbang ; postes avertisseurs de Bertoua, Nanga-Eboko, Akonolinga.

Enfin en dehors de la prévision des grains il convient de ne pas omettre l'opportunité, *pour Yaoundé, de se couvrir dans la direction de l'Ouest, de juillet à septembre, pour la prévision des bruines, plafond bas et visibilité médiocre*, par les renseignements de Douala et Kribi.

---

(1) Memento pour l'aviateur voyageant sur les grands axes de l'A. E. F.

(2) En réalité il ne se forme pas de Cumulonimbus complet à Douala ; tous les grains y ont donc une origine plus ou moins lointaine ; cependant, la distinction entre grains d'origine lointaine et grains formés sur place peut être maintenue, ces derniers ayant, en ce qui concerne Douala, leur origine dans la zone continentale (Yaoundé-Bafia) ou pré-maritime (Eséka-Messondo).

(3) On a enregistré à Yaoundé un grain de 21 m/sec. ; les gros grains atteignent 22 m/sec. (80 km/h.) à Douala. Ces vitesses sont certainement inférieures à la réalité, les anémomètres utilisés présentant nécessairement une inertie assez considérable dans un coup de vent.

(1) En ce qui concerne la zone continentale. Tous les grains passant à Douala se sont formés dans l'Est et viennent de l'Est à l'origine. Mais il peut arriver qu'un Cumulonimbus passe au Sud de Douala au cours de la nuit, se stabilise sur la côte et revienne ensuite sur Douala venant du Sud-Ouest et paraissant ainsi avoir une origine maritime.

C) L'étude des parasites atmosphériques

L'étude de la situation générale (plus particulièrement, en ce qui concerne les grains, l'étude des conditions atmosphériques à l'Est de la région pour laquelle on se propose d'établir une prévision) et l'aspect des masses nuageuses sont les bases qui permettent des hypothèses vraisemblables sur l'évolution du temps au cours des heures qui vont suivre.

Un dernier élément de prévision des grains repose sur le fait que la plupart d'entre eux sont accompagnés de phénomènes orageux. Dans une série de recherches poursuivies en Afrique Occidentale Française (1) différents météorologistes avaient établi qu'un récepteur de T. S. F. permettait de décéler un orage à distance par l'écoute des parasites atmosphériques et que l'augmentation du nombre et de l'intensité de ces parasites trahissait l'approche d'un orage.

Ces recherches ont été reprises à Yaoundé et, sur les instructions de M. l'Inspecteur général H. Hubert, complétées par un essai d'inscription des parasites.

Ce n'est pas le lieu de revenir ici sur la méthode utilisée ni sur les résultats acquis (2) que nous nous bornerons à rappeler brièvement ci-dessous :

1° Il est possible de distinguer trois types de parasites : claquements et craquements brefs, s'inscrivant par des variations de très courte durée, décharges se traduisant par une déviation plus longue, soit sorte d'arche de pont, ou courbe affectant grossièrement l'allure d'une sinusoïde amortie (voir graphique page 18).

2° La présence de décharges implique le voisinage de nuages orageux dans un rayon plus ou moins restreint mais qui peut être notablement supérieur à celui du champ de vision.

3° La variation du nombre des décharges et de leur intensité, le déplacement de l'azimut de plus grande fréquence et de l'azimut de plus grande intensité des décharges est en relation avec le déplacement de l'orage.

A partir de ces constatations et compte tenu de l'allure générale de l'évolution du temps en région tropicale on interprétera comme il est indiqué ci-dessous les résultats de l'écoute ou de l'inscription des parasites.

(1) Voir, notamment, *Bulletin du Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'Afrique Occidentale Française.*

(2) Voir *Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer*, avril 1935.

Prévision pour la matinée

a) Il n'y a pas de décharges. — Ceci implique l'absence d'orage jusqu'à midi. Toutefois si les craquements ou claquements sont beaucoup plus nombreux que d'habitude, il conviendra de ses montrer circonspect : ces claquements et craquements peuvent s'expliquer de deux façons :

1° Par une activité anormale des courants ascendants impliquant le développement rapide des Cumulus en altitude et la formation plus ou moins tôt dans la matinée (en général dès 10 ou 11 heures) de noyaux orageux capables de se souder et de donner des lignes de grains continues importantes. On devra donc en premier lieu examiner de très près la situation générale : malheureusement si on dispose de renseignements assez complets dès 0645 h. T. M.G. les formes nuageuses ne sont pas, en général, sauf pour Douala, décrites avec une rigueur et une correction suffisantes par les observateurs. Or, c'est précisément la situation à l'Est de Yaoundé qu'il y aurait besoin de connaître. Il conviendra donc dans ce cas (pas de décharges, mais craquements et claquements anormalement nombreux) de limiter prudemment la durée de validité d'une prévision d'absence d'orage et de suivre d'heure en heure la variation du nombre et du caractère des parasites.

2° Après des orages ayant affecté la 2e moitié de la nuit on observe fréquemment à 0600 h. T.M.G. un nombre élevé de claquements et de craquements, mêlés parfois à de rares décharges lointaines. Dans ce cas un nouvel examen des parasites fait à 0700 h. T.M.G. (c'est-à-dire au moment même où les conditions météorologiques sur l'ensemble du Cameroun sont connues par les radiométéos quotidiens) fait apparaître une diminution extrêmement rapide du nombre des parasites, souvent leur disparition presque totale : dans ce cas on peut annoncer l'absence d'orage jusqu'à midi. Au contraire, si après des orages nocturnes les parasites restent aussi nombreux à 0700 h. T. M. G. qu'à 0600 h. T. M. G., c'est que, ou bien l'orage stagne à l'Ouest de Yaoundé, ou bien que d'autres orages sont en formation dans d'autres directions. De toute façon le temps est à tendance orageuse.

b) Il y a des décharges. En général les renseignements de Douala, Kribi, Batouri permettent de situer l'orage correspondant soit dans le secteur W (NW à SW) soit dans le secteur E (NE à SE) de Yaoundé (éventuellement on demanderait des ren-

seignements télégraphiques à Abong-Mbang, Bertoua, Bafia, mais, en fait, ces échanges de télégrammes exigent sensiblement une demi-journée et sont d'un rendement incertain).

Si l'orage est dans le secteur Est, c'est son arrivée certaine sur Yaoundé dans le courant de la matinée.

Comment prévoir l'heure d'arrivée approximative de l'orage :

1° Si les décharges sont à peu de chose près également nombreuses dans toutes les directions, c'est que l'orage est proche et se manifestera sur Yaoundé avant une heure ou deux. Il a été observé, en effet, que l'orage se déplace en général plus facilement le long des vallées du Nyong et de la Sanaga et que, dans nombre de cas, il semble décrire une sorte de mouvement enveloppant avant de se manifester sur Yaoundé même.

2° Si les azimuts de plus grande fréquence et de plus grande intensité des décharges (généralement confondues) sont bien marquées, les décharges plus rares et plus faibles sont d'origine lointaine. On calculera approximativement l'heure de passage sur Yaoundé de l'orage en admettant que les grains matinaux mettent de 3 à 5 heures pour franchir l'intervalle Yaoundé-Batouri. Naturellement l'heure de passage sur Yaoundé ne peut être donnée que de façon très approximative. Elle dépend de la position et des déformations de la ligne de grain. Il conviendra de suivre à l'écoute de l'appareil de T. S.F. la marche de l'orage, mais les renseignements obtenus par ce moyen seront encore très sommaires.

Si l'orage est dans le secteur Ouest, il ne se manifestera en général pas sur Yaoundé dans la matinée. Toutefois s'il est centré au Nord-Ouest (région montagneuse) il peut donner entre Yaoundé et Yoko des pluies marginales lesquelles présentent, du fait de la diminution correspondante de la visibilité, un danger certain pour l'aviateur et dont il conviendra de tenir compte dans une prévision régionale. La position de l'azimut de plus grande fréquence des décharges est susceptible de donner un premier renseignement sur la position de l'orage. Mais il serait intéressant d'avoir des renseignements de Bafia dont l'importance au point de vue de la protection est manifeste, mais qui n'a encore avec Yaoundé que des liaisons télégraphiques peu sûres, peu fréquentes et peu rapides.

PRÉVISION POUR L'APRÈS-MIDI

L'étude des parasites atmosphériques ne permet pas de faire, vers 12 heures légales, de prévision à échéance un peu longue. Leurs caractères se modifient en général très rapidement. Et le cas le plus fréquent à Yaoundé en saison de pluie est celui de l'absence totale de décharges à 12 heures, absence à laquelle succède dès 14 heures un nombre important de décharges.

L'examen des parasites atmosphériques est un élément pour la prévision bien moins sûr et bien moins net l'aprés-midi que le matin. Il faut tenir compte, en effet, de ce que l'importance des courants ascendants vers le milieu de la journée, jointe à la forte teneur en vapeur d'eau de l'atmosphère et à la faiblesse du vent dans les couches inférieures de l'atmosphère en région forestière équatoriale, crée des conditions particulièrement favorables à la formation de Cumulonimbus. A peu près tous les jours en saison de pluie (en gros, 15 mars-15 juillet et de septembre au 15 novembre) il se formera dans la région méridionale et continentale du Cameroun des noyaux orageux et on aura dans toutes les directions des décharges à peu près également nombreuses et également fortes. Les parasites atmosphériques permettent-ils à eux seuls de dire si ces noyaux orageux sont suceptibles de se souder pour donner une ligne de grains d'amplitude suffisante et assez continue pour constituer un danger pour la navigation aérienne ? C'est peu vraisemblable, mais il est certain que les parasites atmosphériques permettent de se rendre compte de la tendance générale du temps, avec un nombre relativement restreint de renseignements d'observation directe. On trouvera ci-après quelques remarques, fruits d'une expérience encore bien courte.

a) A 12 heures il existe quelques décharges (cas relativement rare).

1° *Si par ailleurs l'azimut de plus grande fréquence et les renseignements de Douala permettent de localiser ces décharges dans l'Est* il faut s'attendre au passage sur Yaoundé d'un grain orageux au cours de l'après-midi, soit qu'il s'agisse d'un grain d'origine lointaine (le radiométéo général de l'Afrique Equatoriale Française de 0600 h. T.M.G. reçu à Yaoundé à 0900 h. T.M.G. permet parfois de vérifier cette hypothèse) qui suit sa trajectoire habituelle, soit qu'il s'agisse d'orages formés sur place tôt dans la matinée à la faveur de conditions spécialement favorables.

2° *Si, au contraire, ces décharges sont dans l'Ouest, l'orage n'arrivera pas jusqu'à Yaoundé avant* 17 heures. Mais il est possible qu'il y ait orage sur Yaoundé dans la soirée ou dans la nuit. Tout se passe en effet neuf fois sur dix comme si l'orage, après avoir tourné

autour de la vallée soit par le Nord soit, plus fréquemment, par le Sud revenait fondre sur Yaoundé cinq ou six heures au moins plus tard. En réalité il semble que le mécanisme est autre, que les Cumulonimbus, formés dans l'Est au cours de l'après-midi trouvent, au début de la soirée, des conditions favorables à un déplacement Est-Ouest et se grossissent des débris de noyaux orageux qui ont donné des précipitations, à l'Ouest de Yaoundé au cours de l'après-midi.

Il convient d'ailleurs de faire de fréquentes observations au cours de l'après-midi, car il peut y avoir coexistance d'orages dans l'Est et dans l'Ouest : l'aspect du ciel permet d'éviter dans la plupart de ces cas les erreurs dans les prévisions.

b) *Pas de décharges à* 12 *heures, mais décharges nettes à* 14 *heures* sans azimut de plus grande fréquence ou de plus grande intensité bien marqué. Il existe des noyaux orageux un peu partout dans un rayon de 300 km. autour de Yaoundé (la région côtière pouvant être exceptée). Que ces noyaux orageux soient ou non susceptibles de se souder en une ligne de grain continue et étendue, c'est un pronostic que les parasites atmosphériques ne permettent pas à eux seuls de donner et la prévision, est, dans ce cas, délicate.

c) *Pas de décharges au début de l'après-midi* (cas malheureusement exceptionnel en saison de pluie) : il n'y aura pas d'orage jusqu'à la chute du jour.

***

Les indications données ci-dessus n'ont nullement la valeur de règles impératives. Il est possible qu'en des régions de relief moins tourmenté et de conditions atmosphériques moins instables que le Sud-Cameroun, l'application des parasites atmosphériques à la prévision des grains orageux puisse se faire suivant des règles plus simples et plus absolues. Mais dans la région continentale et méridionale du Territoire, si les parastites atmosphériques constituent un procédé d'une importance certaine pour la prévision c'est, d'une part, un procédé qui ne permet pas de prévoir tous les facteurs intéressant le navigateur aérien, et, au surplus, un moyen qui, même pour la seule prévision des orages, ne saurait se suffire à lui-même et qui ne dispense ni de l'examen attentif de l'évolution des masses nuageuses, ni de la connaissance par observation directe des conditions météorologiques dans un rayon important autour de la région pour laquelle il s'agit d'établir une prévision. C'est enfin un moyen dont l'utilisation exige, une grande prudence et fait intervenir, dans nombre de cas, il faut bien le reconnaître, le sentiment personnel du météorologiste.

Tel quel, ce moyen a donné des résultats assez satisfaisants pour qu'il ait paru opportun de doter la station principale de Douala, nouvellement créée, d'un appareil enregistreur de parasites atmosphériques et il est possible que l'observation simultanée de ces parasites à Yaoundé et Douala donne, par la suite, des résultats intéressants. En ce qui nous concerne, nous estimons que la simple écoute des parasites présente, sur l'enregistrement, l'avantage de donner, relativement à la nature des parasites, des renseignements plus sûrs et plus précis. D'ailleurs, bien souvent, l'écoute doit s'ajouter à l'enregistrement. D'autre part le matériel permettant seulement l'écoute est d'un prix plus accessible que celui exigé par l'enregistrement. Il convient de reconnaître cependant que le système enregistreur peut avoir un incontestable intérêt surtout s'il est rendu continu.

P. Hilaire et J.-M. Pruvost,
Ingénieurs-Météorologistes des Colonies.

Sur la vitesse du vent dans les colonies françaises

Le Service Météorologique Colonial est souvent l'objet de demandes de renseignements, soit généraux, soit spéciaux à une région, relatifs à la force du vent dans les colonies françaises. Ces demandes sont formulées par des personnalités très diverses et elles ont des objectifs variés. Mais le plus souvent elles émanent de constructeurs d'appreils utilisant le vent comme force motrice (turbines éoliennes en particulier).

Or, par suite de l'étendue considérable des territoires de la France d'Outre-Mer et de leur répartition géographique très variée, il est souvent difficile de répondre en peu de mots aux questions posées. Les feuilles d'observations et les tableaux statistiques des stations météorologiques coloniales, seuls éléments comportant des renseignements détaillés et précis, et que les intéressés peuvent consulter à loisir au Ministère des Colonies, sont trop

complets ou trop compliqués pour retenir l'attention d'enquêteurs toujours pressés.

C'est pourquoi, sur les conseils de M. Henry Hubert, j'ai établi, à l'aide des documents émanant des services météorologiques coloniaux, des tableaux faisant ressortir les caractères généraux de la force du vent dans un certain nombre de stations coloniales. L'examen de ces tableaux, et des cartes qu'on peut construire en les consultant, permet de se faire très rapidement une première opinion sur la valeur de la force du vent dans les colonies et, par suite, d'apprécier si, en vue d'une utilisation déterminée, des recherches de détail méritent d'être entreprises. Ce sont les conclusions auxquelles conduisent l'examen de ces tableaux qui seront commentées ici.

Valeur absolue des observations

Dans toutes les stations météorologiques coloniales on fait des observations de la direction et de la vitesse du vent. Comme dans tous les autres pays du monde, ces observations sont effectuées soit par des météorologistes de carrière, dans les postes bien équipés, soit par des non-spécialistes ayant subi un entraînement préalable, dans les stations de moindre importance. La finesse et la précision des mesures faites peut être sans doute influencée par la plus ou moins grande habitude des observateurs, mais elles le sont encore beaucoup plus par d'autres éléments.

D'abord par les méthodes d'observation, depuis la plus simple (consistant dans l'appréciation, à l'estime, de la vitesse du vent d'après l'agitation que celui-ci imprime à certains objets) jusqu'à l'enregistrement au moyen d'anémomètres. La valeur des renseignements fournis est théoriquement fonction des moyens mis en œuvre, cependant elle ne croît pas toujours avec la complication du dispositif adopté : beaucoup d'appareils sont en effet délicats et ils demandent un entretien que leur installation ne facilite pas toujours.

Une autre cause d'incertitude des observations faites provient de la situation matérielle des dispositifs servant à la mesure. Le principe est de les placer à l'extrêmité d'un mât ou d'un pylone dans un endroit bien dégagé, mais il est des agglomérations où ce n'est pas toujours possible. Il peut se faire ainsi que, du fait des conditions d'exposition des éléments utilisés pour la mesure, les renseignements fournis par deux stations très voisines diffèrent dans de larges proportions.

Les considérations qui précèdent conduisent à se montrer très réservé pour un certain temps encore quant aux chiffres fournis par certaines stations. Désireux de ne pas aborder ici une analyse détaillée du problème, nous indiquons simplement que, jusqu'à plus ample informé, nous croyons nécessaire d'être très prudent dans l'emploi des chiffres de la vitesse du vent d'une station déterminée lorsque ceux-ci sont nettement en opposition avec ceux de stations environnantes.

L'imperfection des observations, heureusement sans cesse diminuée, est un premier obstacle aux généralisations. Il en est un autre, plus important encore peut-être, à savoir l'irrégularité de la vitesse du vent pour chaque localité dans le temps. Dans beaucoup de régions le vent a une force négligeable pendant une grande partie de la journée et se manifeste seulement un petit nombre d'heures par jour. Ailleurs des vents extrêmement violents se produisant à certains jours en dehors des moments d'observation — cyclones, grains — peuvent ne donner lieu à aucune mention particulière. De ce fait, le chiffre donnant la *vitesse moyenne* pour un mois ou pour une année peut n'être qu'assez grossier.

Les tableaux utilisés

Les recherches présentées ici ayant un but pratique, ou a écarté les tableaux concernant les valeurs moyennes de la vitesse et on a cherché à mettre en évidence pour chaque station considérée :

1° Le nombre de jours par mois où la vitesse est inférieure à 3 mètres-seconde, cette valeur étant celle au-dessous de laquelle les appareils considérés cessent normalement de fonctionner ;

2° Le nombre de jours par mois où la vitesse est égale ou supérieure à 7 mètres-seconde, c'est-à-dire celle qui permet le rendement maximum des appareils, les cas de tempête étant exceptés.

On arrive à une vue d'ensemble intéressante en combinant ces renseignements sur un tableau de la façon suivante (voir p. 20) :

Si, pour une station déterminée, le nombre de jours où la vitesse du vent est < 3 m./sec est :

supérieur à 15 (ligne de points), l'utilité des appareils est pratiquement *nulle*.

inférieur à 15 (ligne en trait fin), l'utilisation des appareils est possible.

Si, dans ce dernier cas, la vitesse du vent est, en outre $\geqslant 7$ m./sec. pendant au moins 10 jours par

mois (ligne en trait fort), l'utilisation des appareils apparaît *pour le moins satisfaisante.*

De l'examen du tableau de la page 20 se dégagent aisément les indications générales ci-après :

Régions de bonne ventilation saisonnière ou permanente

Ces régions sont les suivantes :

Zones continentales. — Dans l'Afrique de l'Ouest, les pays de climat dit sahélien ou saharien (1) (Néma à Faya), pendant une partie de la saison fraîche et plus généralement dans le premier trimestre de l'année.

En Asie, les hauts plateaux du Sud de l'Annam (Lang-Biang, Plei-Ku, etc), surtout en hiver.

(1) H. Hubert. — Nouvelles études sur la météorologie de l'A. O. F. Paris, 1926, p. 177.

Zones maritimes. — Dans l'Afrique de l'Ouest, les côtes depuis Port-Etienne jusqu'à Dakar, puis celles du Togo et du Gabon.

A Madagascar, la côte Est, et accessoirement, quelques points de la côte Ouest.

Le littoral de la Réunion, de la Côte des Somalis, de Saint-Pierre et Miquelon (région de très grands vents), de la Martinique, de la Nouvelle-Calédonie ; les îles Marquises et les Gambier.

En Indochine, le cap Saint-Jacques, la côte Sud de l'Annam et au Tonkin, Phu-Lien, dont la situation géographique est exceptionnelle.

Partout ailleurs, la vitesse moyenne de l'air reste très faible pendant la plus grande partie de l'année.

Charlet,
Ingénieur-Météorologiste des Colonies,
Fort-Lamy (A. E. F.).

NOTES ET INFORMATIONS

Par **arrêté du 26 juillet 1938,** les Ministres des Colonies, de l'Intérieur, des Affaires Etrangères et de l'Education nationale ont fixé les conditions de désignation par des organismes groupant des chercheurs coloniaux des membres du Comité de la France d'Outre-Mer institué auprès du Conseil Supérieur de la recherche scientifique.

Pour la première section (géographie, géodésie, astronomie, physique du globe, protection des sites), le nombre des représentants désignés par les organismes groupant des chercheurs coloniaux est fixé à 3, savoir :

Association des chercheurs scientifiques coloniaux : 2 représentants.

Association des Ingénieurs-Météorologistes coloniaux : 1 représentant.

A la suite de la publication de cet arrêté, les nominations des membres du Comité ont pu être faites. On trouvera ci-dessous la liste des membres du Bureau, celle des membres hors-section et celle des membres de la 1re section.

Comité de la France d'Outre-Mer du conseil supérieur de la recherche scientifique

Président :

Le Ministre des Colonies.

Vices-Présidents :

Le Sous-Secrétaire d'Etat aux Affaires Etrangères,
Le Sous-Secrétaire d'Etat à l'Intérieur,
Le Président du Conseil d'Administration de la C.N.R.S.

Secrétaires :

MM. Albert Charton, Ministère des Colonies,
Jacques Bourcart, Faculté des Sciences.

Membres de Droit :

Le Directeur de l'Enseignement Supérieur au Ministère de l'Education Nationale,
Le Chef du Service Central de la Recherche Scientifique,
Les deux Conseillers Scientifiques du Service Central de la Recherche Scientifique,
L'Administrateur de la C.N.R.S.

Membres hors-section :

MM. Léon Perrier, Sénateur,
A. Lacroix, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences,
Paul Rivet, Directeur du Musée de l'Homme,
Georges Hardy, Recteur de l'Université de Lille,
Docteur Pasteur Vallery-Radot,
Lagarde, Ministre Plénipotentiaire, Sous-Directeur d'Afrique-Levant au Min. des Aff. Etrangères,
Gourdon, Directeur de l'Agence de l'Indochine,

MARX, Ministre Plénipotentiaire,
MARTINO, Recteur de l'Université d'Alger.

1re *Section*

GÉOGRAPHIE, GÉODÉSIE, ASTRONOMIE, PHYSIQUE DU GLOBE, PROTECTION DES SITES

Président : M. le Général PERRIER,
Secrétaire : M. BRUZON.

Membres désignés par le Conseil Supérieur de la Recherche Scientifique.

MM. COT, Directeur honoraire du Service Hydrographique de la Marine.
DANJON, Doyen de la Faculté des Sciences de Strasbourg.
BRUZON, Chef du Service Météorologique Colonial.
DE MARTONNE, Directeur de l'Institut de Géographie.
MAURAIN, Doyen de la Faculté des Sciences de Paris.
Général TILHO, Service Géographique de l'Armée.

Membre désigné par l'Académie des Sciences :

M. le Général PERRIER.

Membre désigné par l'Académie des Sciences coloniales :

M. H. HUBERT.

Membres désignés par l'Association des chercheurs scientifiques coloniaux :

MM. F. RUELLAN, et J. COULOMB.

Membre désigné par l'Association des Ingénieurs-Météorologistes coloniaux :

M. HILAIRE.

L'**Académie des Sciences** a décerné le prix Gay à M. ROMER, Chef du Service Météorologique de l'Indochine pour l'ensemble de ses travaux concernant la Physique du Globe.

Une **station météorologique** a été installée aux îles Paracels, en mai 1938.

Le **Service Météorologique** de la Nouvelle-Calédonie vient d'être organisé en vue de la protection de la navigation aérienne. La direction de ce service a été confiée à M. SURAUD, Ancien Élève de l'École Polytechnique, Ingénieur-Météorologiste des Colonies.

Un **décret du 7 mai 1938** a réorganisé le personnel du Service Météorologique des Colonies. Ce personnel comprend désormais :

1° Un cadre général d'ingénieurs et d'assistants météorologistes coloniaux ; — 2° Lorsque les besoins du service l'exigent, des auxiliaires indigènes, dont les conditions de recrutement et d'emploi sont réglées par des arrêtés locaux.

Les grades et classes, ainsi que le classement du personnel du cadre général sont fixés conformément au tableau ci-après :

Grades	Classes	Catégorie
Inspecteur général météorologiste	1re 2e	1re A
Ingénieur météorologiste en chef		1re B
Ingénieur météorologiste principal	1re 2e 3e 4e (2e échel.) 4e (1er échel.)	1re B
Ingénieur météorologiste	1re 2e 3e 4e	1re B
Ingénieur météorologiste adjoint	1re 2e 3e 4e	1re B 2e
Ingénieur météorologiste adjoint stagiaire		2e
Assistant météorologiste principal	Hors classe 1re 2e 3e	2e
Assistant météorologiste	1re 2e 3e	2e 3e
Assistant météorologiste stagiaire		3e

Du fait du reclassement effectué en application du décret du 7 mai 1938, d'une part, et des arrêtés successifs concernant les ingénieurs météorologistes d'autre part, la liste de ces derniers se trouve actuellement être constituée de la façon suivante, avec les affectations ci-après :

INSPECTEURS GÉNÉRAUX

Inspecteur général honoraire de 1re classe : M. HUBERT.

Inspecteur général de 2e classe M. BRUZON, Chef du Service Météorologique Colonial.

INGÉNIEURS PRINCIPAUX

Ingénieurs principaux de 2e classe :

MM. WELTER, Chef du Service Météorologique de l'A. O. F.

THOMAS, Chef du Service Météorologique de Madagascar.

RICHARD, Chef du Service Météorologique de l'A. E. F.

ROMER, Chef du Service Météorologique de l'Indochine.

INGÉNIEURS

Ingénieurs de 1re classe :

MM. HILAIRE, Chef du Service Météorologique du Cameroun.

GUILMET, Chef p. i. du Service Météorologique de l'Indochine.

Ingénieurs de 2e classe :

MM. MONDAIN, Chef du Service Météorologique de la Réunion.

WEISS, Chef p. i. du Service Météorologique de l'A. O. F.

CARON, Chef du Service Météorologique du Togo.

HOBENICHE, Chef du Service Météorologique de la Guinée française.

Ingénieurs de 3e classe :

MM. DEVAUGES, A. E. F.

RAVET, Chef du Service Météorologique des Etablissement français de l'Océanie.

LANDRE, A. O. F.

LAPEYRE, Chef du Service Météorologique de la Côte française des Somalis.

BARBERON, A. O. F.

Ingénieurs de 4e classe :

MM. PAUPY, A. O. F.

PICQ, A. O. F.

DE CHARGÈRE, A. O. F.

FROLOW, Chef du Service Météorologique de la Martinique.

DE SALLES DE HYS, A. O. F.

ROBERT, Indochine.

DE MONTS DE SAVASSE, Indochine.

CAUVET-DUHAMEL, Indochine.

BROUQUET-LAGLAIRE, A. O. F.

INGÉNIEURS-ADJOINTS

Ingénieurs-adjoints de 1re classe :

MM. ROGEZ, Cameroun.
PRUVOST, Cameroun.
EMON, Madagascar.
MOLARD, Martinique.
GOUAULT, A. E. F.
FACY, A. E. F.

Ingénieurs adjoints de 2e classe :

MM. CHARLET, A. E. F.
DU CHAXEL, A. O. F.
GIOVANNELLI, Océanie.
LE FLOHIC, A. E. F.
LE MELTIER, A. E. F.
SCHEIDECKER, Indochine.
MERTZ, A. O. F.
CALMETTES, Somalis.
FOUCART, A. E. F.

Ingénieur-adjoint de 4e classe :

M. MANGENEY, A. E. F.

INGÉNIEURS-ADJOINTS STAGIAIRES

MM. SCHATZKINE, A. O. F.
CAMPAN, A. O. F.
SURAUD, Nouvelle-Calédonie.
MINJOZ, Madagascar.
MOUROU, Indochine.

BIBLIOGRAPHIE

IMAMURA (Akitune). — **Theorical and applied Seismology**. Un vol. 16 × 22 cm, de 358 p. 1937, Tokyo (Maruzen Co).

L'auteur a réuni, dans un volume de dimensions très maniables, l'essentiel du cours de Séismologie qu'il a professé pendant de longues années à l'Université de Tokyo. La présentation étant extrêmement claire et précise, cet ouvrage a sa place toute indiquée dans les laboratoires de Physique du Globe.

Les principaux sujets traités sont :

Causes primaires et secondaires des séismes, vagues séismiques, phénomènes accompagnant les séismes, effets des tremblements de terre sur les constructions et sur l'eau, distribution géographique des séismes, études de grands tremblements de

terre, séismométrie, applications des séismographes, défense contre les tremblements de terre.

***

Comptes rendus du Congrès International de Géographie Amsterdam 1938. — Tome premier, un vol. 16×25 cm, de 598 p. Leiden, 1938.

Le Comité d'organisation du Congrès de Géographie a réussi, en moins de quatre mois, à publier le 1er volume des Comptes Rendus. On y trouve, outre des renseignements sur l'organisation de cette importante manifestation scientifique, le texte des conférences faites, celui des communications des sections de cartographie, géographie physique, océanographie, géographie humaine, géographie économique, géographie coloniale, etc., etc., et les rapports des Commissions (Commissions de cartographie, des terrasses, de l'habitat rural, de l'étude des variations climatiques, etc...). La documentation ainsi réunie est considérable.

***

Congrès de la Recherche Scientifique dans les Territoires d'Outre-Mer. — (Exposition internationale de Paris, 1937). Un vol. 16×24 cm, de 543 p. Paris, Association Colonies-Sciences, 1938.

Le Congrès de la recherche scientifique dans les territoires d'Outre-Mer avait un triple objet :

Mise au point des recherches effectuées antérieurement dans les territoires d'Outre-Mer.

Présentation des travaux en cours.

Organisation de la Recherche scientifique.

Les communications concernant ces trois parties ont été nombreuses et de qualité, mais c'est surtout au sujet de l'organisation de la Recherche Scientifique que les discussions ont été importantes dans chacune des 7 sections du Congrès (Géodésie, Physique du Globe, Géologie, Botanique, Chimie des végétaux, Zoologie, Ethnologie). C'est d'ailleurs uniquement à cette organisation qu'est consacré le volume du Congrès. On peut dire qu'il groupe ainsi l'ensemble des « Cahiers de Revendications » rédigés par la totalité des hommes de science qui, dans le domaine de la Physique et de l'Histoire naturelle, s'occupent de nos territoires d'Outre-Mer.

***

Jaeger (F.). — **Limites d'aridité en Algérie.** *Mitt. u. Arbeiten der Geogr. Anstalt der Universität Basel*, N° 160, p. 256.

La recherche *sur le terrain* de la limite d'aridité montre que celle-ci correspond en Algérie avec l'isohyète de 500 mm. et avec l'indice d'aridité de 78 %. La limite d'aridité de l'agriculture non irriguée correspond à l'isohyète de 350 mm. La limite d'aridité de la forêt est moins simple. Si elle coïncide avec la limite d'aridité de Penk (précipitations = évaporation) au Sud du Tell, elle dépasse, dans l'Atlas Saharien, la limite d'aridité de l'agriculture. Cette différence provient surtout de ce qu'il s'agit de peuplements différents de forêts (*Quercus ilex* dans le premier cas, *Pinus halepensis*, dans le second).

***

Première Conférence internationale pour la protection des Calamités Naturelles, Paris, 13-17 septembre 1937, publié par la Commission Française des Calamités. Un vol. 19×28 cm, de 531 p. Paris, Secrétariat de la Conférence, 1938.

Après une série de renseignements concernant l'organisation de cette Conférence, l'ouvrage comporte l'ensemble des communications présentées et des discussions ou vœux auxquels celles-ci ont donné lieu. Les grandes divisions de l'ouvrage comportent les questions d'ordre général (plus particulièrement celles contenues dans les rapports nationaux), puis l'étude des calamités provoquées par les volcans, les séismes, les perturbations météorologiques, les animaux (rats, insectes, etc...) ou encore les calamités agricoles ou sociales.

Le volume tout entier, et non pas seulement les premiers chapitres, intéresse les personnes qui s'occupent de Physique du Globe. Il est évident par exemple que dans les calamités sociales, telles que les famines par exemple, la sécheresse joue souvent le rôle le plus important.

***

Damiani (L.). — **Mission hydrographique de l'Indochine (1er juin 1933-1er juin 1934).** *Ann. Hydr.*, 1937, 3e série, t. 14, p. 123.

Ensemble des travaux effectués en Annam (abords du Cap Varella, de la baie de Camranh, etc...), au Tonkin (atterrages de Moncay, abords du rocher Pak-Son-Kong-Paï, etc.), et en Cochinchine (embouchure du Bassac, cap Saint-Jacques, etc.).

L'Éditeur-Gérant : R. Pinardon.

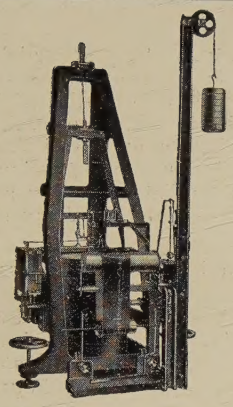
Rochefort-sur-mer. — Imprimerie A. Thoyon-Thèze, 121-123, rue Pierre-Loti. — 1939

SOCIÉTÉ D'OPTIQUE
et de MECANIQUE de HAUTE PRÉCISION

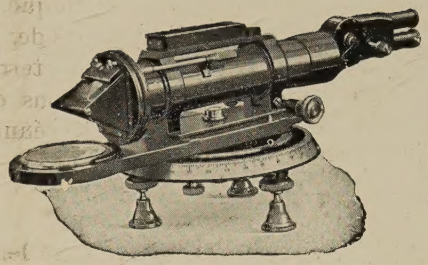
(Anciens Établissements LACOUR-BERTHIOT)

125 à 135, Boulevard Davout — PARIS (20e)

Fournisseur des Ministères français et de nombreux Gouvernements étrangers



SISMOGRAPHE MAINKA
Plus de 20 Stations en service



ASTROLABE à prisme Claude-Driencourt
Plus de 50 Instruments en service

NOTICES ENVOYÉES FRANCO SUR DEMANDE

J. TONNELOT

I. P., A

— Maison fondée en 1830 —

25, Rue du Sommerard. — PARIS

Fournisseur des Ministères. Observatoires français et étrangers

INSTRUMENTS DE PRÉCISION
- POUR LA MÉTÉOROLOGIE -

BAROMÈTRE TONNELOT MODÈLE A LARGE CUVETTE
ET ÉCHELLE COMPENSÉE

BAROMÈTRES FORTIN TOUS MODÈLES
-: PLUVIOMÈTRES — ÉPROUVETTES -:
THERMOMÈTRES A MAXIMA, A MINIMA
FRONDE
PSYCHROMÈTRES — ÉVAPOROMÈTRES

Éditeurs : FELIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologna
AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT m. b. H., Leipzig - DAVID NUTT, London
G. E. STECHERT & Co., New York - F. KILIAN'S NACHFOLGER, Budapest - F. ROUGE & Cie, Lausanne
THE MARUZEN COMPANY, Tokyo.

1939 **33ème Année**

" SCIENTIA ,,

REVUE INTERNATIONALE DE SYNTHESE SCIENTIFIQUE
Paraissant mensuellement (en fascicules de 100 à 120 pages chacun)
Directeurs : **G. B. BONINO - F. BOTTAZZI - G. BRUNI**
A. PALATINI - G. SCORZA
Secrétaire Général : **Paolo Bonetti**

EST L'UNIQUE REVUE à collaboration vraiment internationale.
EST L'UNIQUE REVUE à diffusion vraiment mondiale.
EST L'UNIQUE REVUE de synthèse et d'unification du savoir, traitant par ses articles les problèmes les plus nouveaux et les plus fondamentaux de toutes les branches de la science : philosophie scientifique, histoire des sciences, enseignement et progrès scientifique, mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, sciences biologiques, physiologie, psychologie, histoire des religions, anthropologie, linguistique ; articles constituant parfois de véritables enquêtes, comme celles sur la contribution que les différents peuples ont apportée au progrès des sciences ; sur la question du déterminisme ; sur les questions physiques et chimiques les plus fondamentales et en particulier sur la relativité, sur la physique de l'atome et des radiations ; sur le vitalisme. " Scientia ,, étudie ainsi tous les plus grands problèmes qui agitent les milieux studieux et intellectuels du monde entier.
EST L'UNIQUE REVUE qui puisse se vanter de compter parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier.
Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs, **et à chaque fascicule est joint un Supplément contenant la traduction française de tous les articles non français. La Revue est ainsi entièrement accessible même à qui ne connaît que le français.** (*Demandez un fascicule d'essai gratuit* au Secrétaire Général de « Scientia », Milan, *en envoyant trois francs en un seul timbre-poste de votre Pays, - à pur titre de remboursement des frais de poste et d'envoi*).

ABONNEMENT : Fr. **400**
Adresser les demandes d'abonnement pour la France et ses Colonies à la Librairie Félix Alcan, 108, Boulevard Saint Germain. Paris VIe

CHASSELON

5, rue Amédée Picard, Cachan (Seine)
Tél. Alésia 15-10

-: Fournisseur des Services Publics — Colonies — Marine :-
Service Géographique de l'Armée — Institut de Physique du Globe

Instruments de Précision pour la Géodésie, la Topographie

APPAREILS MAGNÉTIQUES POUR LA MESURE :-: :-: DU CHAMP TERRESTRE :-: :-:
CERCLES D'ALIGNEMENT — TACHÉOMÈTRES

THÉODOLITES DE DÉCLINAISON AVEC SUPPORTS -: POUR LA COMPOSANTE HORIZONTALE :-
BOUSSOLES D'INCLINAISON — THÉODOLITES

CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE

REVUE SCIENTIFIQUE
ILLUSTRÉE

(REVUE ROSE)
—: fondée en 1863 :—
Directeur : PAUL GAULTIER, membre de l'Institut

La **Revue Scientifique** est le seul périodique de langue française qui tienne ses lecteurs au courant, à la fois des plus hautes spéculations de la Science et des progrès incessants de l'Industrie.

Chacun de ses numéros contient :

des ARTICLES sur des questions générales, signés des savants les plus réputés ;
des NOTES et ACTUALITÉS, mine de renseignements classés méthodiquement ;
des NOUVELLES sur les Académies, Universités, etc. ;
les COMPTES RENDUS détaillés des séances de l'Académie de Sciences de Paris ;
une CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE.

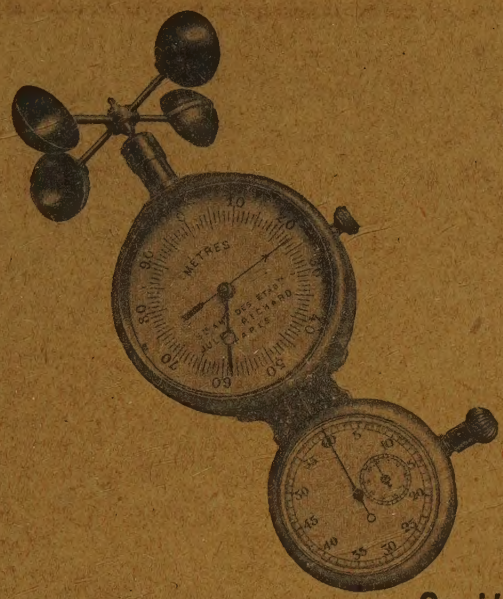
La REVUE SCIENTIFIQUE paraît le 2e et le 4e samedi de chaque mois

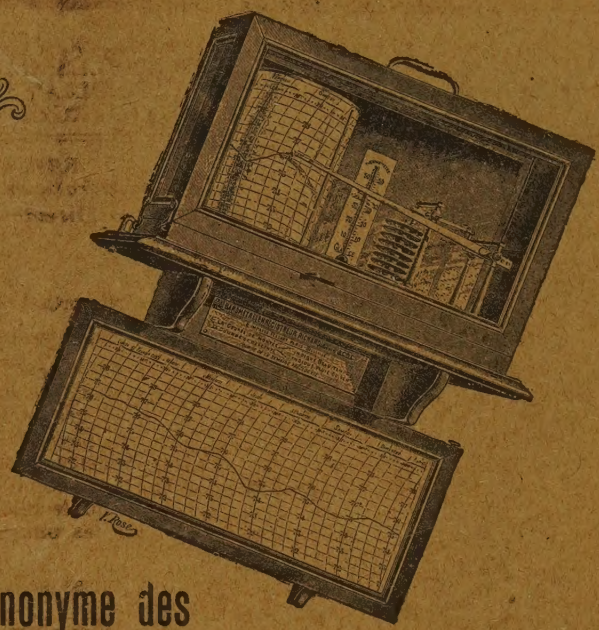
PRIX DES ABONNEMENTS :

Un an :	FRANCE, **90** fr.	ÉTRANGER, **110** fr.
Six mois :	FRANCE, **55** fr.	ÉTRANGER, **66** fr.

PRIX DU NUMÉRO :
FRANCE, **5** fr. ÉTRANGER, **6** fr.

PARIS, 3, rue Clément-Marot (8e)





Société Anonyme des

Etablissements Jules RICHARD

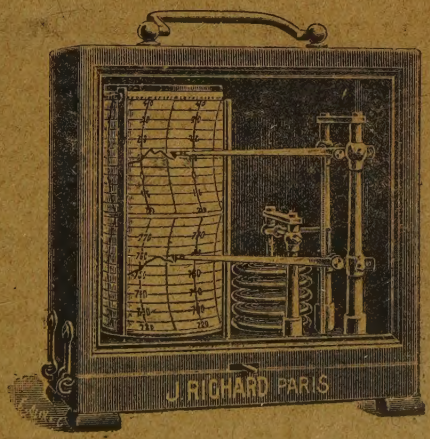
25, Rue Mélingue, PARIS (20e)

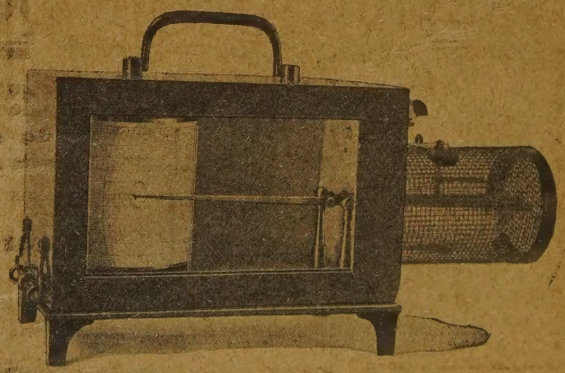
Tél. : Botzaris 88-80 — Tél. : Botzaris 88-80

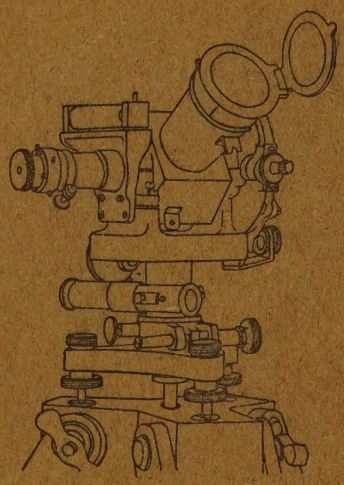
INSTRUMENTS DE PRÉCISION

de Mesure et de Contrôle

pour les Sciences et l'Industrie







A. BERTHELEMY - LORIEUX - PONTHUS et THERRODE

Etabts Albert LEPETIT & Cie

Société en commandite simple. Capital 1.000.000 de francs

Constructeurs

20, Rue Marie Debos, à Montrouge (Seine)

Tél. Aléslia 26-37 et 26-38 — Ad. tél. Ponrode Paris 14

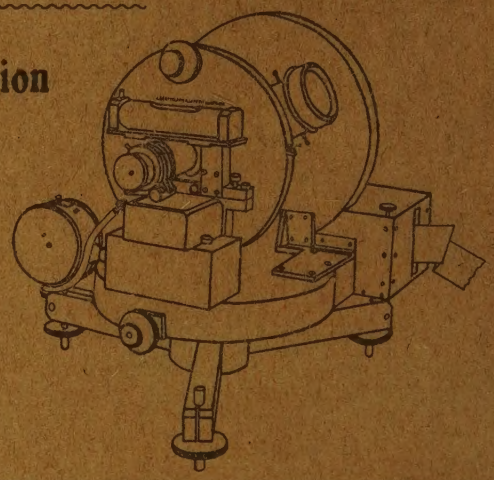
Fournisseurs des Ministères des Colonies, de la Marine, du Service Géographique de l'Armée.

Instruments de Précision

pour

— la Topographie, la Marine —
l'Aviation, la Météorologie, etc...

THÉODOLITES SIMPLES ET ENREGISTREURS
POUR LE REPÉRAGE DES BALLONS-SONDES



Catalogues franco sur demande

Rég. Comm. Seine 229-817B

ROSENMULLER
DRESDEN

ANÉMOMÈTRES
POUR TOUTES VITESSES
(à partir de 0,02 m/sec.)

GIROUETTES

TUBES DE PITOT

MICROMANOMÈTRES

LAMBRECHT
GÖTTINGEN

HYGROMÈTRES

PSYCHROMÈTRES

BAROMÈTRES

PLUVIOMÈTRES

EVAPOROMÈTRES

HÉLIOMÈTRES

A. OTT
KEMPTEN

PLANIMÈTRES
INTÉGRAPHES
ANALYSEUR-HARMONIQUE

ENREGISTREUR
DE MARÉE ET DE HOULE

APPAREILS
POUR L'ÉTUDE
DES COURANTS D'EAU

J. BAROT

Représentant exclusif
pour la France et les Colonies

20, Rue de Varenne, PARIS (7e)

Catalogues franco sur demande

Rochefort-sur-mer. — Imprimerie A. Thoyon-Thèze. — 1938.